

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-312782

(P2002-312782A)

(43) 公開日 平成14年10月25日 (2002. 10. 25)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
G 0 6 T 5/20		G 0 6 T 5/20	B 5 B 0 5 7
3/00	4 0 0	3/00	4 0 0 A 5 C 0 2 1
7/20		7/20	B 5 L 0 9 6
H 0 4 N 5/21		H 0 4 N 5/21	B

審査請求 未請求 請求項の数64 O L (全 86 頁)

(21) 出願番号 特願2001-111437(P2001-111437)

(22) 出願日 平成13年4月10日 (2001. 4. 10)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 近藤 哲二郎

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(72) 発明者 沢尾 貴志

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(74) 代理人 100082131

弁理士 稲本 義雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置および方法、記録媒体、並びにプログラム

(57) 【要約】

【課題】 ボケた画像に含まれる動きボケを除去する。

【解決手段】 領域特定部103は、前景領域、背景領域、または混合領域を特定する。分離ボケ除去部1503は、混合領域の画素データから、前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理を一括で実行する。

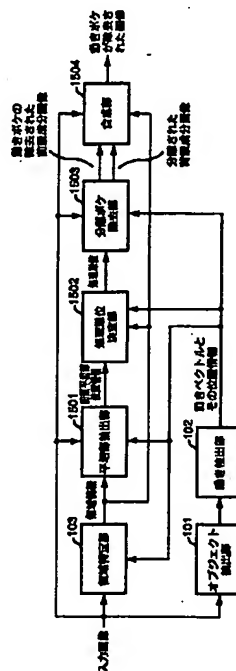


図 94

BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 時間積分効果を有する所定数の画素を有する撮像素子によって取得された所定数の画素データからなる画像データを処理する画像処理装置において、前記画像データの、前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分からなる前景領域、背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分からなる背景領域、または前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分が混合されてなる混合領域を特定する領域特定手段と、前記領域特定手段による領域の特定結果に基づいて、少なくとも前記混合領域の前記画素データから、前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理を一括で実行する処理実行手段とを含むことを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】 前記前景領域の画素データであって、隣接する前記画素データとその値がほぼ等しい前記画素データからなる均等部を検出する均等部検出手段をさらに含み、前記処理実行手段は、検出された前記均等部、および前記領域特定手段による前記特定結果に基づいて、少なくとも前記混合領域の前記画素データから、前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理を一括で実行することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項3】 前記均等部の位置に基づいて、複数の前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分からなる処理単位を決定する処理単位決定手段をさらに含み、前記処理実行手段は、前記処理単位毎に、前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理を一括で実行することを特徴とする請求項2に記載の画像処理装置。

【請求項4】 前記処理単位決定手段は、前記均等部の前記画素データ以外の画素データであって、1つの直線上の、前記混合領域または前景領域に属する前記画素データに対応する前記処理単位を決定することを特徴とする請求項3に記載の画像処理装置。

【請求項5】 前記均等部検出手段は、前記画素データの差分としきい値とを比較することにより、前記均等部を検出することを特徴とする請求項2に記載の画像処理装置。

【請求項6】 前記均等部検出手段は、前記前景オブジェクトの動き量に対応する画素の数以上の数の隣接する前記画素データからなる均等部を検出することを特徴とする請求項2に記載の画像処理装置。

【請求項7】 前記処理実行手段は、動きベクトルに対

応した演算を適用することにより、前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理を一括で実行することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項8】 前記処理実行手段は、前記処理単位および動きベクトルに対応するモデルを取得するモデル取得手段と、取得した前記モデルに基づいて、前記処理単位の前記画素データと、前記処理単位に含まれる前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分との関係に対応する方程式を生成する方程式生成手段と、生成された前記方程式に基づいて、前記処理単位に含まれる前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分を演算する演算手段とを含むことを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項9】 時間積分効果を有する所定数の画素を有する撮像素子によって取得された所定数の画素データからなる画像データを処理する画像処理方法において、前記画像データの、前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分からなる前景領域、背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分からなる背景領域、または前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分が混合されてなる混合領域を特定する領域特定ステップと、前記領域特定ステップの領域の特定結果に基づいて、少なくとも前記混合領域の前記画素データから、前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理を一括で実行する処理実行ステップとを含むことを特徴とする画像処理方法。

【請求項10】 前記前景領域の画素データであって、隣接する前記画素データとその値がほぼ等しい前記画素データからなる均等部を検出する均等部検出ステップをさらに含み、

前記処理実行ステップにおいて、検出された前記均等部、および前記領域特定ステップの前記特定結果に基づいて、少なくとも前記混合領域の前記画素データから、前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理が一括で実行されることを特徴とする請求項9に記載の画像処理方法。

【請求項11】 前記均等部の位置に基づいて、複数の前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分からなる処理単位を決定する処理単位決定ステップをさらに含み、

前記処理実行ステップにおいて、前記処理単位毎に、前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理が一括で実行されるこ

とを特徴とする請求項10に記載の画像処理方法。

【請求項12】 前記処理単位決定ステップにおいて、前記均等部の前記画素データ以外の画素データであって、1つの直線上の、前記混合領域または前記領域に属する前記画素データに対応する前記処理単位が決定されることを特徴とする請求項11に記載の画像処理方法。

【請求項13】 前記均等部検出ステップにおいて、前記画素データの差分としきい値とを比較することにより、前記均等部が検出されることを特徴とする請求項10に記載の画像処理方法。

【請求項14】 前記均等部検出ステップにおいて、前記前景オブジェクトの動き量に対応する画素の数以上の数の隣接する前記画素データからなる均等部が検出されることを特徴とする請求項10に記載の画像処理方法。

【請求項15】 前記処理実行ステップにおいて、動きベクトルに対応した演算を適用することにより、前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理が一括で実行されることを特徴とする請求項9に記載の画像処理方法。

【請求項16】 前記処理実行ステップは、前記処理単位および動きベクトルに対応するモデルを取得するモデル取得ステップと、取得した前記モデルに基づいて、前記処理単位の前記画素データと、前記処理単位に含まれる前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分との関係に対応する方程式を生成する方程式生成ステップと、生成された前記方程式に基づいて、前記処理単位に含まれる前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分を演算する演算ステップとを含むことを特徴とする請求項9に記載の画像処理方法。

【請求項17】 時間積分効果を有する所定数の画素を有する撮像素子によって取得された所定数の画素データからなる画像データを処理するコンピュータ用のプログラムであって、前記画像データの、前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分からなる前景領域、背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分からなる背景領域、または前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分が混合されてなる混合領域を特定する領域特定ステップと、前記領域特定ステップの領域の特定結果に基づいて、少なくとも前記混合領域の前記画素データから、前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理を一括で実行する処理実行ステップとを含むことを特徴とするコンピュータが読み取り可能なプログラムが記録されている記録媒体。

【請求項18】 前記プログラムは、前記前景領域の画素データであって、隣接する前記画素データとその値が

ほぼ等しい前記画素データからなる均等部を検出する均等部検出ステップをさらに含み、

前記処理実行ステップにおいて、検出された前記均等部、および前記領域特定ステップの前記特定結果に基づいて、少なくとも前記混合領域の前記画素データから、前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理が一括で実行されることを特徴とする請求項17に記載の記録媒体。

10 【請求項19】 前記プログラムは、前記均等部の位置に基づいて、複数の前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分からなる処理単位を決定する処理単位決定ステップをさらに含み、

前記処理実行ステップにおいて、前記処理単位毎に、前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理が一括で実行されることを特徴とする請求項18に記載の記録媒体。

20 【請求項20】 前記処理単位決定ステップにおいて、前記均等部の前記画素データ以外の画素データであって、1つの直線上の、前記混合領域または前記領域に属する前記画素データに対応する前記処理単位が決定されることを特徴とする請求項19に記載の記録媒体。

【請求項21】 前記均等部検出ステップにおいて、前記画素データの差分としきい値とを比較することにより、前記均等部が検出されることを特徴とする請求項18に記載の記録媒体。

30 【請求項22】 前記均等部検出ステップにおいて、前記前景オブジェクトの動き量に対応する画素の数以上の数の隣接する前記画素データからなる均等部が検出されることを特徴とする請求項18に記載の記録媒体。

【請求項23】 前記処理実行ステップにおいて、動きベクトルに対応した演算を適用することにより、前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理が一括で実行されることを特徴とする請求項17に記載の記録媒体。

40 【請求項24】 前記処理実行ステップは、前記処理単位および動きベクトルに対応するモデルを取得するモデル取得ステップと、

取得した前記モデルに基づいて、前記処理単位の前記画素データと、前記処理単位に含まれる前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分との関係に対応する方程式を生成する方程式生成ステップと、生成された前記方程式に基づいて、前記処理単位に含まれる前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分を演算する演算ステップとを含むことを特徴とする請求項17に記載の記録媒体。

50 【請求項25】 時間積分効果を有する所定数の画素を有する撮像素子によって取得された所定数の画素データ

からなる画像データを処理するコンピュータに、前記画像データの、前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分からなる前景領域、背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分からなる背景領域、または前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分が混合されてなる混合領域を特定する領域特定ステップと、

前記領域特定ステップの領域の特定結果に基づいて、少なくとも前記混合領域の前記画素データから、前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理を一括で実行する処理実行ステップとを実行させるプログラム。

【請求項26】 前記前景領域の画素データであって、隣接する前記画素データとその値がほぼ等しい前記画素データからなる均等部を検出する均等部検出ステップをさらに含み、

前記処理実行ステップにおいて、検出された前記均等部、および前記領域特定ステップの前記特定結果に基づいて、少なくとも前記混合領域の前記画素データから、前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理が一括で実行されることを特徴とする請求項25に記載のプログラム。

【請求項27】 前記均等部の位置に基づいて、複数の前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分からなる処理単位を決定する処理単位決定ステップをさらに含み、

前記処理実行ステップにおいて、前記処理単位毎に、前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理が一括で実行されることを特徴とする請求項26に記載のプログラム。

【請求項28】 前記処理単位決定ステップにおいて、前記均等部の前記画素データ以外の画素データであって、1つの直線上の、前記混合領域または前景領域に属する前記画素データに対応する前記処理単位が決定されることを特徴とする請求項27に記載のプログラム。

【請求項29】 前記均等部検出ステップにおいて、前記画素データの差分としきい値とを比較することにより、前記均等部が検出されることを特徴とする請求項26に記載のプログラム。

【請求項30】 前記均等部検出ステップにおいて、前記前景オブジェクトの動き量に対応する画素の数以上の数の隣接する前記画素データからなる均等部が検出されることを特徴とする請求項26に記載のプログラム。

【請求項31】 前記処理実行ステップにおいて、動きベクトルに対応した演算を適用することにより、前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分

から動きボケを除去する処理が一括で実行されることを特徴とする請求項25に記載のプログラム。

【請求項32】 前記処理実行ステップは、前記処理単位および動きベクトルに対応するモデルを取得するモデル取得ステップと、取得した前記モデルに基づいて、前記処理単位の前記画素データと、前記処理単位に含まれる前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分との関係に対応する方程式を生成する方程式生成ステップと、生成された前記方程式に基づいて、前記処理単位に含まれる前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分を演算する演算ステップとを含むことを特徴とする請求項25に記載のプログラム。

【請求項33】 時間積分効果を有する所定数の画素を有する撮像素子によって取得された所定数の画素データからなる画像データを処理する画像処理装置において、前記画像データの、前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分からなる前景領域、背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分からなる背景領域、または前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分が混合されてなる混合領域を特定する領域情報、並びに前記画像データに基づいて、前記前景領域における前記画素データであって、隣接する前記画素データとその値がほぼ等しい前記画素データからなる均等部を検出する均等部検出手段と、

前記領域情報および検出された前記均等部に基づいて、少なくとも前記混合領域の前記画素データから、前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理を一括で実行する処理実行手段とを含むことを特徴とする画像処理装置。

【請求項34】 前記均等部の位置に基づいて、複数の前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分からなる処理単位を決定する処理単位決定手段をさらに含み、

前記処理実行手段は、前記処理単位毎に、前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理を一括で実行することを特徴とする請求項33に記載の画像処理装置。

【請求項35】 前記処理単位決定手段は、前記均等部の前記画素データ以外の画素データであって、1つの直線上の、前記混合領域または前景領域に属する前記画素データに対応する処理単位を決定することを特徴とする請求項34に記載の画像処理装置。

【請求項36】 前記前景領域、前記背景領域、または前記混合領域を特定する領域特定手段をさらに含むことを特徴とする請求項33に記載の画像処理装置。

【請求項37】 前記均等部検出手段は、前記画素データの差分としきい値とを比較することにより、前記均等

部を検出することを特徴とする請求項33に記載の画像処理装置。

【請求項38】 前記均等部検出手段は、前記前景オブジェクトの動き量に対応する画素の数以上の数の隣接する前記画素データからなる均等部を検出することを特徴とする請求項33に記載の画像処理装置。

【請求項39】 前記処理単位決定手段は、動きベクトルに対応した演算を適用することにより、前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理を一括で実行することを特徴とする請求項33に記載の画像処理装置。

【請求項40】 前記処理単位決定手段は、前記処理単位および動きベクトルに対応するモデルを取得するモデル取得手段と、取得した前記モデルに基づいて、前記処理単位の前記画素データと、前記処理単位に含まれる前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分との関係に対応する方程式を生成する方程式生成手段と、生成された前記方程式に基づいて、前記処理単位に含まれる前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分を演算する演算手段とを含むことを特徴とする請求項33に記載の画像処理装置。

【請求項41】 時間積分効果を有する所定数の画素を有する撮像素子によって取得された所定数の画素データからなる画像データを処理する画像処理方法において、前記画像データの、前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分からなる前景領域、背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分からなる背景領域、または前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分が混合されてなる混合領域を特定する領域情報、並びに前記画像データに基づいて、前記前景領域における前記画素データであって、隣接する前記画素データとその値がほぼ等しい前記画素データからなる均等部を検出する均等部検出ステップと、前記領域情報および検出された前記均等部に基づいて、少なくとも前記混合領域の前記画素データから、前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理を一括で実行する処理実行ステップとを含むことを特徴とする画像処理方法。

【請求項42】 前記均等部の位置に基づいて、複数の前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分からなる処理単位を決定する処理単位決定ステップをさらに含み、前記処理実行ステップにおいて、前記処理単位毎に、前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理が一括で実行されることを特徴とする請求項41に記載の画像処理方法。

【請求項43】 前記処理単位決定ステップにおいて、前記均等部の前記画素データ以外の画素データであって、1つの直線上の、前記混合領域または前景領域に属する前記画素データに対応する処理単位が決定されることを特徴とする請求項42に記載の画像処理方法。

【請求項44】 前記前景領域、前記背景領域、または前記混合領域を特定する領域特定ステップをさらに含むことを特徴とする請求項41に記載の画像処理方法。

【請求項45】 前記均等部検出ステップにおいて、前記画素データの差分としきい値とを比較することにより、前記均等部が検出されることを特徴とする請求項41に記載の画像処理方法。

【請求項46】 前記均等部検出ステップにおいて、前記前景オブジェクトの動き量に対応する画素の数以上の数の隣接する前記画素データからなる均等部が検出されることを特徴とする請求項41に記載の画像処理方法。

【請求項47】 前記処理単位決定ステップにおいて、動きベクトルに対応した演算を適用することにより、前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理が一括で実行されることを特徴とする請求項41に記載の画像処理方法。

【請求項48】 前記処理単位決定ステップは、前記処理単位および動きベクトルに対応するモデルを取得するモデル取得ステップと、取得した前記モデルに基づいて、前記処理単位の前記画素データと、前記処理単位に含まれる前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分との関係に対応する方程式を生成する方程式生成ステップと、生成された前記方程式に基づいて、前記処理単位に含まれる前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分を演算する演算ステップとを含むことを特徴とする請求項41に記載の画像処理方法。

【請求項49】 時間積分効果を有する所定数の画素を有する撮像素子によって取得された所定数の画素データからなる画像データを処理するコンピュータ用のプログラムであって、前記画像データの、前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分からなる前景領域、背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分からなる背景領域、または前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分が混合されてなる混合領域を特定する領域情報、並びに前記画像データに基づいて、前記前景領域における前記画素データであって、隣接する前記画素データとその値がほぼ等しい前記画素データからなる均等部を検出する均等部検出ステップと、前記領域情報および検出された前記均等部に基づいて、少なくとも前記混合領域の前記画素データから、前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分

から動きボケを除去する処理を一括で実行する処理実行ステップとを含むことを特徴とするコンピュータが読み取り可能なプログラムが記録されている記録媒体。

【請求項50】 前記プログラムは、前記均等部の位置に基づいて、複数の前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分からなる処理単位を決定する処理単位決定ステップをさらに含み、

前記処理実行ステップにおいて、前記処理単位毎に、前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理が一括で実行されることを特徴とする請求項49に記載の記録媒体。

【請求項51】 前記処理単位決定ステップにおいて、前記均等部の前記画素データ以外の画素データであって、1つの直線上の、前記混合領域または前景領域に属する前記画素データに対応する処理単位が決定されることを特徴とする請求項50に記載の記録媒体。

【請求項52】 前記プログラムは、前記前景領域、前記背景領域、または前記混合領域を特定する領域特定ステップをさらに含むことを特徴とする請求項49に記載の記録媒体。

【請求項53】 前記均等部検出ステップにおいて、前記画素データの差分としきい値とを比較することにより、前記均等部が検出されることを特徴とする請求項49に記載の記録媒体。

【請求項54】 前記均等部検出ステップにおいて、前記前景オブジェクトの動き量に対応する画素の数以上の数の隣接する前記画素データからなる均等部が検出されることを特徴とする請求項49に記載の記録媒体。

【請求項55】 前記処理単位決定ステップにおいて、動きベクトルに対応した演算を適用することにより、前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理が一括で実行されることを特徴とする請求項49に記載の記録媒体。

【請求項56】 前記処理単位決定ステップは、前記処理単位および動きベクトルに対応するモデルを取得するモデル取得ステップと、取得した前記モデルに基づいて、前記処理単位の前記画素データと、前記処理単位に含まれる前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分との関係に対応する方程式を生成する方程式生成ステップと、生成された前記方程式に基づいて、前記処理単位に含まれる前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分を演算する演算ステップとを含むことを特徴とする請求項49に記載の記録媒体。

【請求項57】 時間積分効果を有する所定数の画素を有する撮像素子によって取得された所定数の画素データからなる画像データを処理するコンピュータに、前記画像データの、前景オブジェクトを構成する前景オ

ブジェクト成分からなる前景領域、背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分からなる背景領域、または前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分が混合されてなる混合領域を特定する領域情報、並びに前記画像データに基づいて、前記前景領域における前記画素データであって、隣接する前記画素データとその値がほぼ等しい前記画素データからなる均等部を検出する均等部検出ステップと、

前記領域情報および検出された前記均等部に基づいて、少なくとも前記混合領域の前記画素データから、前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理を一括で実行する処理実行ステップとを実行させるプログラム。

【請求項58】 前記均等部の位置に基づいて、複数の前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分からなる処理単位を決定する処理単位決定ステップをさらに含み、

前記処理実行ステップにおいて、前記処理単位毎に、前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理が一括で実行されることを特徴とする請求項57に記載のプログラム。

【請求項59】 前記処理単位決定ステップにおいて、前記均等部の前記画素データ以外の画素データであって、1つの直線上の、前記混合領域または前景領域に属する前記画素データに対応する処理単位が決定されることを特徴とする請求項58に記載のプログラム。

【請求項60】 前記前景領域、前記背景領域、または前記混合領域を特定する領域特定ステップをさらに含むことを特徴とする請求項57に記載のプログラム。

【請求項61】 前記均等部検出ステップにおいて、前記画素データの差分としきい値とを比較することにより、前記均等部が検出されることを特徴とする請求項57に記載のプログラム。

【請求項62】 前記均等部検出ステップにおいて、前記前景オブジェクトの動き量に対応する画素の数以上の数の隣接する前記画素データからなる均等部が検出されることを特徴とする請求項57に記載のプログラム。

【請求項63】 前記処理単位決定ステップにおいて、動きベクトルに対応した演算を適用することにより、前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理が一括で実行されることを特徴とする請求項57に記載のプログラム。

【請求項64】 前記処理単位決定ステップは、前記処理単位および動きベクトルに対応するモデルを取得するモデル取得ステップと、

取得した前記モデルに基づいて、前記処理単位の前記画素データと、前記処理単位に含まれる前記前景オブジェ

クト成分および前記背景オブジェクト成分との関係に対応する方程式を生成する方程式生成ステップと、生成された前記方程式に基づいて、前記処理単位に含まれる前記前景オブジェクト成分および前記背景オブジェクト成分を演算する演算ステップとを含むことを特徴とする請求項57に記載のプログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像処理装置および方法、記録媒体、並びにプログラムに関し、特に、センサにより検出した信号と現実世界との違いを考慮した画像処理装置および方法、記録媒体、並びにプログラムに関する。

【0002】

【従来の技術】現実世界における事象をセンサで検出し、センサが出力するサンプリングデータを処理する技術が広く利用されている。

【0003】例えば、静止している所定の背景の前で移動する物体をビデオカメラで撮像して得られる画像には、物体の移動速度が比較的速い場合、動きボケが生じることになる。

【0004】従来、このような動きボケを抑制するのに、例えば、電子シャッタの速度を速め、露光時間を短くするようにしている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このようにシャッタ速度を速める方法は、撮像を行う前にビデオカメラのシャッタ速度を調整する必要がある。従って、既に得られたボケた画像を補正して、鮮明な画像を得ることはできない課題があった。

【0006】本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、ボケた画像に含まれる動きボケを除去することができるようにすることを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の画像処理装置は、画像データの、前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分からなる前景領域、背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分からなる背景領域、または前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分が混合されてなる混合領域を特定する領域特定手段と、領域特定手段による領域の特定結果に基づいて、少なくとも混合領域の画素データから、前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理を一括で実行する処理実行手段とを含むことを特徴とする。

【0008】画像処理装置は、前景領域の画素データであって、隣接する画素データとその値がほぼ等しい画素データからなる均等部を検出する均等部検出手段をさらに含み、処理実行手段は、検出された均等部、および領

域特定手段による特定結果に基づいて、少なくとも混合領域の画素データから、前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理を一括で実行するようにすることができる。

【0009】画像処理装置は、均等部の位置に基づいて、複数の前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分からなる処理単位を決定する処理単位決定手段をさらに含み、処理実行手段は、処理単位毎に、前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理を一括で実行するようにすることができる。

【0010】処理単位決定手段は、均等部の画素データ以外の画素データであって、1つの直線上の、混合領域または前景領域に属する画素データに対応する処理単位を決定するようにすることができる。

【0011】均等部検出手段は、画素データの差分としいき値とを比較することにより、均等部を検出するようにすることができる。

【0012】均等部検出手段は、前景オブジェクトの動き量に対応する画素の数以上の数の隣接する画素データからなる均等部を検出するようにすることができる。

【0013】処理実行手段は、動きベクトルに対応した演算を適用することにより、前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理を一括で実行するようにすることができる。

【0014】処理実行手段は、処理単位および動きベクトルに対応するモデルを取得するモデル取得手段と、取得したモデルに基づいて、処理単位の画素データと、処理単位に含まれる前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分との関係に対応する方程式を生成する方程式生成手段と、生成された方程式に基づいて、処理単位に含まれる前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分を演算する演算手段とを含むようにすることができる。

【0015】本発明の第1の画像処理方法は、画像データの、前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分からなる前景領域、背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分からなる背景領域、または前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分が混合されてなる混合領域を特定する領域特定ステップと、領域特定ステップの領域の特定結果に基づいて、少なくとも混合領域の画素データから、前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理を一括で実行する処理実行ステップとを含むことを特徴とする。

【0016】画像処理方法は、前景領域の画素データで

あって、隣接する画素データとその値がほぼ等しい画素データからなる均等部を検出する均等部検出ステップをさらに含み、処理実行ステップにおいて、検出された均等部、および領域特定ステップの特定結果に基づいて、少なくとも混合領域の画素データから、前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理が一括で実行されるようにすることができる。

【0017】画像処理方法は、均等部の位置に基づいて、複数の前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分からなる処理単位を決定する処理単位決定ステップをさらに含み、処理実行ステップにおいて、処理単位毎に、前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理が一括で実行されるようにすることができる。

【0018】処理単位決定ステップにおいて、均等部の画素データ以外の画素データであって、1つの直線上の、混合領域または前景領域に属する画素データに対応する処理単位が決定されるようにすることができる。

【0019】均等部検出ステップにおいて、画素データの差分としきい値とを比較することにより、均等部が検出されるようにすることができる。

【0020】均等部検出ステップにおいて、前景オブジェクトの動き量に対応する画素の数以上の数の隣接する画素データからなる均等部が検出されるようにすることができる。

【0021】処理実行ステップにおいて、動きベクトルに対応した演算を適用することにより、前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理が一括で実行されるようにすることができる。

【0022】処理実行ステップは、処理単位および動きベクトルに対応するモデルを取得するモデル取得ステップと、取得したモデルに基づいて、処理単位の画素データと、処理単位に含まれる前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分との関係に対応する方程式を生成する方程式生成ステップと、生成された方程式に基づいて、処理単位に含まれる前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分を演算する演算ステップとを含むようにすることができる。

【0023】本発明の第1の記録媒体のプログラムは、画像データの、前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分からなる前景領域、背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分からなる背景領域、または前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分が混合されてなる混合領域を特定する領域特定ステップと、領域特定ステップの領域の特定結果に基づいて、少なくと

も混合領域の画素データから、前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理を一括で実行する処理実行ステップとを含むことを特徴とする。

【0024】プログラムは、前景領域の画素データであって、隣接する画素データとその値がほぼ等しい画素データからなる均等部を検出する均等部検出ステップをさらに含み、処理実行ステップにおいて、検出された均等部、および領域特定ステップの特定結果に基づいて、少なくとも混合領域の画素データから、前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理が一括で実行されるようにすることができる。

【0025】プログラムは、均等部の位置に基づいて、複数の前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分からなる処理単位を決定する処理単位決定ステップをさらに含み、処理実行ステップにおいて、処理単位毎に、前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理が一括で実行されるようにすることができる。

【0026】処理単位決定ステップにおいて、均等部の画素データ以外の画素データであって、1つの直線上の、混合領域または前景領域に属する画素データに対応する処理単位が決定されるようにすることができる。

【0027】均等部検出ステップにおいて、画素データの差分としきい値とを比較することにより、均等部が検出されるようにすることができる。

【0028】均等部検出ステップにおいて、前景オブジェクトの動き量に対応する画素の数以上の数の隣接する画素データからなる均等部が検出されるようにすることができる。

【0029】処理実行ステップにおいて、動きベクトルに対応した演算を適用することにより、前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理が一括で実行されるようにすることができる。

【0030】処理実行ステップは、処理単位および動きベクトルに対応するモデルを取得するモデル取得ステップと、取得したモデルに基づいて、処理単位の画素データと、処理単位に含まれる前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分との関係に対応する方程式を生成する方程式生成ステップと、生成された方程式に基づいて、処理単位に含まれる前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分を演算する演算ステップとを含むようにすることができる。

【0031】本発明の第1のプログラムは、画像データの、前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分

からなる前景領域、背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分からなる背景領域、または前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分が混合されてなる混合領域を特定する領域特定ステップと、領域特定ステップの領域の特定結果に基づいて、少なくとも混合領域の画素データから、前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理を一括で実行する処理実行ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とする。

【0032】プログラムは、前景領域の画素データであって、隣接する画素データとその値がほぼ等しい画素データからなる均等部を検出する均等部検出ステップをさらに含み、処理実行ステップにおいて、検出された均等部、および領域特定ステップの特定結果に基づいて、少なくとも混合領域の画素データから、前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理が一括で実行されるようにすることができる。

【0033】プログラムは、均等部の位置に基づいて、複数の前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分からなる処理単位を決定する処理単位決定ステップをさらに含み、処理実行ステップにおいて、処理単位毎に、前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理が一括で実行されるようにすることができる。

【0034】処理単位決定ステップにおいて、均等部の画素データ以外の画素データであって、1つの直線上の、混合領域または前景領域に属する画素データに対応する処理単位が決定されるようにすることができる。

【0035】均等部検出ステップにおいて、画素データの差分としきい値とを比較することにより、均等部が検出されるようにすることができる。

【0036】均等部検出ステップにおいて、前景オブジェクトの動き量に対応する画素の数以上の数の隣接する画素データからなる均等部が検出されるようにすることができる。

【0037】処理実行ステップにおいて、動きベクトルに対応した演算を適用することにより、前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理が一括で実行されるようにすることができる。

【0038】処理実行ステップは、処理単位および動きベクトルに対応するモデルを取得するモデル取得ステップと、取得したモデルに基づいて、処理単位の画素データと、処理単位に含まれる前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分との関係に対応する方程式を生成する方程式生成ステップと、生成された方程式に基づい

て、処理単位に含まれる前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分を演算する演算ステップとを含むようにすることができる。

【0039】本発明の第2の画像処理装置は、画像データの、前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分からなる前景領域、背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分からなる背景領域、または前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分が混合されてなる混合領域を特定する領域情報、並びに画像データに基づいて、前景領域における画素データであって、隣接する画素データとその値がほぼ等しい画素データからなる均等部を検出する均等部検出手段と、領域情報および検出された均等部に基づいて、少なくとも混合領域の画素データから、前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理を一括で実行する処理実行手段とを含むことを特徴とする。

【0040】画像処理装置は、均等部の位置に基づいて、複数の前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分からなる処理単位を決定する処理単位決定手段をさらに含み、処理実行手段は、処理単位毎に、前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理を一括で実行するようにならなければならない。

【0041】処理単位決定手段は、均等部の画素データ以外の画素データであって、1つの直線上の、混合領域または前景領域に属する画素データに対応する処理単位を決定するようにならなければならない。

【0042】画像処理装置は、前景領域、背景領域、または混合領域を特定する領域特定手段をさらに設けることができる。

【0043】均等部検出手段は、画素データの差分としきい値とを比較することにより、均等部を検出するようにならなければならない。

【0044】均等部検出手段は、前景オブジェクトの動き量に対応する画素の数以上の数の隣接する画素データからなる均等部を検出するようにならなければならない。

【0045】処理単位決定手段は、動きベクトルに対応した演算を適用することにより、前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理を一括で実行するようにならなければならない。

【0046】処理単位決定手段は、処理単位および動きベクトルに対応するモデルを取得するモデル取得手段と、取得したモデルに基づいて、処理単位の画素データと、処理単位に含まれる前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分との関係に対応する方程式を生成する方程式生成手段と、生成された方程式に基づいて、処理単位に含まれる前景オブジェクト成分および背景オブ

ジェクト成分を演算する演算手段と含むようにすることができる。

【0047】本発明の第2の画像処理方法は、画像データの、前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分からなる前景領域、背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分からなる背景領域、または前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分が混合されてなる混合領域を特定する領域情報、並びに画像データに基づいて、前景領域における画素データであって、隣接する画素データとその値がほぼ等しい画素データからなる均等部を検出する均等部検出ステップと、領域情報および検出された均等部に基づいて、少なくとも混合領域の画素データから、前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理を一括で実行する処理実行ステップとを含むことを特徴とする。

【0048】画像処理方法は、均等部の位置に基づいて、複数の前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分からなる処理単位を決定する処理単位決定ステップをさらに含み、処理実行ステップにおいて、処理単位毎に、前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理が一括で実行されるようにすることができる。

【0049】処理単位決定ステップにおいて、均等部の画素データ以外の画素データであって、1つの直線上の、混合領域または前景領域に属する画素データに対応する処理単位が決定されるようにすることができる。

【0050】画像処理方法は、前景領域、背景領域、または混合領域を特定する領域特定ステップをさらに設けることができる。

【0051】均等部検出ステップにおいて、画素データの差分としきい値とを比較することにより、均等部が検出されるようにすることができる。

【0052】均等部検出ステップにおいて、前景オブジェクトの動き量に対応する画素の数以上の数の隣接する画素データからなる均等部が検出されるようにすることができる。

【0053】処理単位決定ステップにおいて、動きベクトルに対応した演算を適用することにより、前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理が一括で実行されるようにすることができる。

【0054】処理単位決定ステップは、処理単位および動きベクトルに対応するモデルを取得するモデル取得ステップと、取得したモデルに基づいて、処理単位の画素データと、処理単位に含まれる前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分との関係に対応する方程式を生成する方程式生成ステップと、生成された方程式に基

づいて、処理単位に含まれる前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分を演算する演算ステップとを含むようにすることができる。

【0055】本発明の第2の記録媒体のプログラムは、画像データの、前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分からなる前景領域、背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分からなる背景領域、または前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分が混合されてなる混合領域を特定する領域情報、並びに画像データに基づいて、前景領域における画素データであって、隣接する画素データとその値がほぼ等しい画素データからなる均等部を検出する均等部検出ステップと、領域情報および検出された均等部に基づいて、少なくとも混合領域の画素データから、前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理を一括で実行する処理実行ステップとを含むことを特徴とする。

【0056】プログラムは、均等部の位置に基づいて、複数の前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分からなる処理単位を決定する処理単位決定ステップをさらに含み、処理実行ステップにおいて、処理単位毎に、前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理が一括で実行されるようにすることができる。

【0057】処理単位決定ステップにおいて、均等部の画素データ以外の画素データであって、1つの直線上の、混合領域または前景領域に属する画素データに対応する処理単位が決定されるようにすることができる。

【0058】プログラムは、前景領域、背景領域、または混合領域を特定する領域特定ステップをさらに設けることができる。

【0059】均等部検出ステップにおいて、画素データの差分としきい値とを比較することにより、均等部が検出されるようにすることができる。

【0060】均等部検出ステップにおいて、前景オブジェクトの動き量に対応する画素の数以上の数の隣接する画素データからなる均等部が検出されるようにすることができる。

【0061】処理単位決定ステップにおいて、動きベクトルに対応した演算を適用することにより、前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理が一括で実行されるようにすることができる。

【0062】処理単位決定ステップは、処理単位および動きベクトルに対応するモデルを取得するモデル取得ステップと、取得したモデルに基づいて、処理単位の画素データと、処理単位に含まれる前景オブジェクト成分お

および背景オブジェクト成分との関係に対応する方程式を生成する方程式生成ステップと、生成された方程式に基づいて、処理単位に含まれる前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分を演算する演算ステップとを設けることができる。

【0063】本発明の第2のプログラムは、画像データの、前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分からなる前景領域、背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分からなる背景領域、または前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分が混合されてなる混合領域を特定する領域情報、並びに画像データに基づいて、前景領域における画素データであって、隣接する画素データとその値がほぼ等しい画素データからなる均等部を検出する均等部検出ステップと、領域情報および検出された均等部に基づいて、少なくとも混合領域の画素データから、前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理を一括で実行する処理実行ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とする。

【0064】プログラムは、均等部の位置に基づいて、複数の前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分からなる処理単位を決定する処理単位決定ステップをさらに含み、処理実行ステップにおいて、処理単位毎に、前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理が一括で実行されるようにすることができる。

【0065】処理単位決定ステップにおいて、均等部の画素データ以外の画素データであって、1つの直線上の、混合領域または前景領域に属する画素データに対応する処理単位が決定されるようにすることができる。

【0066】プログラムは、前景領域、背景領域、または混合領域を特定する領域特定ステップをさらに設けることができる。

【0067】均等部検出ステップにおいて、画素データの差分としきい値とを比較することにより、均等部が検出されるようにすることができる。

【0068】均等部検出ステップにおいて、前景オブジェクトの動き量に対応する画素の数以上の数の隣接する画素データからなる均等部が検出されるようにすることができる。

【0069】処理単位決定ステップにおいて、動きベクトルに対応した演算を適用することにより、前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理が一括で実行されるようにすることができる。

【0070】処理単位決定ステップは、処理単位および動きベクトルに対応するモデルを取得するモデル取得ス

テップと、取得したモデルに基づいて、処理単位の画素データと、処理単位に含まれる前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分との関係に対応する方程式を生成する方程式生成ステップと、生成された方程式に基づいて、処理単位に含まれる前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分を演算する演算ステップとを含むようにすることができる。

【0071】本発明の第1の画像処理装置および方法、記録媒体、並びにプログラムにおいては、画像データの、前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分からなる前景領域、背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分からなる背景領域、または前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分が混合されてなる混合領域が特定され、領域の特定結果に基づいて、少なくとも混合領域の画素データから、前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理が一括で実行される。

【0072】本発明の第2の画像処理装置および方法、記録媒体、並びにプログラムにおいては、画像データの、前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分からなる前景領域、背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分からなる背景領域、または前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分が混合されてなる混合領域を特定する領域情報、並びに画像データに基づいて、前景領域における画素データであって、隣接する画素データとその値がほぼ等しい画素データからなる均等部が検出され、領域情報および検出された均等部に基づいて、少なくとも混合領域の画素データから、前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理が一括で実行される。

【0073】

【発明の実施の形態】図1は、本発明に係る信号処理装置の一実施の形態の構成を示すブロック図である。CPU (Central Processing Unit) 21は、ROM (Read Only Memory) 22、または記憶部28に記憶されているプログラムに従って各種の処理を実行する。RAM (Random Access Memory) 23には、CPU21が実行するプログラムやデータなどが適宜記憶される。これらのCPU21、ROM22、およびRAM23は、バス24により相互に接続されている。

【0074】CPU21にはまた、バス24を介して入出力インタフェース25が接続されている。入出力インタフェース25には、キーボード、マウス、マイクロホンなどよりなる入力部26、ディスプレイ、スピーカなどよりなる出力部27が接続されている。CPU21は、入力部26から入力される指令に対応して各種の処理を実行する。そして、CPU21は、処理の結果得られた画像や音声等を出力部27に出力する。

【0075】入出力インタフェース25に接続されている記憶部28は、例えばハードディスクなどで構成され、CPU21が実行するプログラムや各種のデータを記憶する。通信部29は、インターネット、その他のネットワークを介して外部の装置と通信する。この例の場合、通信部29はセンサの出力を取り込む取得部として働く。

【0076】また、通信部29を介してプログラムを取得し、記憶部28に記憶してもよい。

【0077】入出力インタフェース25に接続されているドライブ30は、磁気ディスク51、光ディスク52、光磁気ディスク53、或いは半導体メモリ54などが装着されたとき、それらを駆動し、そこに記録されているプログラムやデータなどを取得する。取得されたプログラムやデータは、必要に応じて記憶部28に転送され、記憶される。

【0078】次に、センサにより取得されたデータから、有意情報が埋もれている領域を特定したり、埋もれた有意情報を抽出する処理を行う信号処理装置についてより具体的な例を挙げて説明する。以下の例において、20 CCDラインセンサまたはCCDエリアセンサがセンサに対応し、領域情報や混合比が有意情報に対応し、混合領域において、前景と背景が混合していることや動きボケが歪みに対応する。

【0079】図2は、信号処理装置を示すブロック図である。

【0080】なお、信号処理装置の各機能をハードウェアで実現するか、ソフトウェアで実現するかは問わない。つまり、本明細書の各ブロック図は、ハードウェアのブロック図と考えても、ソフトウェアによる機能ブロック図と考えても良い。

【0081】ここで、動きボケとは、撮像の対象となる、現実世界におけるオブジェクトの動きと、センサの撮像の特性とにより生じる、動いているオブジェクトに対応する画像に含まれている歪みをいう。

【0082】この明細書では、撮像の対象となる、現実世界におけるオブジェクトに対応する画像を、画像オブジェクトと称する。

【0083】信号処理装置に供給された入力画像は、オブジェクト抽出部101、領域特定部103、混合比算出部104、および前景背景分離部105に供給される。

【0084】オブジェクト抽出部101は、入力画像に含まれる前景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトを粗く抽出して、抽出した画像オブジェクトを動き検出部102に供給する。オブジェクト抽出部101は、例えば、入力画像に含まれる前景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトの輪郭を検出することで、前景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトを粗く抽出する。

【0085】オブジェクト抽出部101は、入力画像に含まれる背景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトを粗く抽出して、抽出した画像オブジェクトを動き検出部102に供給する。オブジェクト抽出部101は、例えば、入力画像と、抽出された前景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトとの差から、背景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトを粗く抽出する。

【0086】また、例えば、オブジェクト抽出部101は、内部に設けられている背景メモリに記憶されている背景の画像と、入力画像との差から、前景のオブジェクトに対応する画像オブジェクト、および背景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトを粗く抽出するようにしてもよい。

【0087】動き検出部102は、例えば、ブロックマッチング法、勾配法、位相相関法、およびベルリカーシブ法などの手法により、粗く抽出された前景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトの動きベクトルを算出して、算出した動きベクトルおよび動きベクトルの位置情報（動きベクトルに対応する画素の位置を特定する情報）を領域特定部103および動きボケ抽出部106に供給する。

【0088】動き検出部102が出力する動きベクトルには、動き量 v に対応する情報が含まれている。

【0089】また、例えば、動き検出部102は、画像オブジェクトに画素を特定する画素位置情報と共に、画像オブジェクト毎の動きベクトルを動きボケ調整部106に出力するようにしてもよい。

【0090】動き量 v は、動いているオブジェクトに対応する画像の位置の変化を画素間隔を単位として表す値である。例えば、前景に対応するオブジェクトの画像が、あるフレームを基準として次のフレームにおいて4画素分離れた位置に表示されるように移動しているとき、前景に対応するオブジェクトの画像の動き量 v は、4とされる。

【0091】なお、オブジェクト抽出部101および動き検出部102は、動いているオブジェクトに対応した動きボケ量の調整を行う場合に必要となる。

【0092】領域特定部103は、入力された画像の画素のそれぞれを、前景領域、背景領域、または混合領域のいずれかに特定し、画素毎に前景領域、背景領域、または混合領域のいずれかに属するかを示す情報（以下、領域情報と称する）を混合比算出部104、前景背景分離部105、および動きボケ調整部106に供給する。

【0093】混合比算出部104は、入力画像、および領域特定部103から供給された領域情報を基に、混合領域63に含まれる画素に対応する混合比（以下、混合比 α と称する）を算出して、算出した混合比を前景背景分離部105に供給する。

【0094】混合比 α は、後述する式（3）に示されるように、画素値における、背景のオブジェクトに対応す

る画像の成分（以下、背景の成分とも称する）の割合を示す値である。

【0095】前景背景分離部105は、領域特定部103から供給された領域情報、および混合比算出部104から供給された混合比 α を基に、前景のオブジェクトに対応する画像の成分（以下、前景の成分とも称する）のみから成る前景成分画像と、背景の成分のみから成る背景成分画像とに入力画像を分離して、前景成分画像を動きボケ調整部106および選択部107に供給する。なお、分離された前景成分画像を最終的な出力とするこ

【0096】動きボケ調整部106は、動きベクトルからわかる動き量 v および領域情報を基に、前景成分画像に含まれる1以上の画素を示す処理単位を決定する。処理単位は、動きボケの量の調整の処理の対象となる1群の画素を指定するデータである。

【0097】動きボケ調整部106は、信号処理装置に入力された動きボケ調整量、前景背景分離部105から供給された前景成分画像、動き検出部102から供給された動きベクトルおよびその位置情報、並びに処理単位を基に、前景成分画像に含まれる動きボケを除去する、動きボケの量を減少させる、または動きボケの量を増加させるなど前景成分画像に含まれる動きボケの量を調整して、動きボケの量を調整した前景成分画像を選択部107に出力する。動きベクトルとその位置情報は使わな

【0098】選択部107は、例えば使用者の選択に対応した選択信号を基に、前景背景分離部105から供給された前景成分画像、および動きボケ調整部106から供給された動きボケの量が調整された前景成分画像のいずれか一方を選択して、選択した前景成分画像を出力する。

【0099】次に、図3乃至図18を参照して、信号処理装置に供給される入力画像について説明する。

【0100】図3は、センサによる撮像を説明する図である。センサは、例えば、固体撮像素子であるCCD (Charge-Coupled Device) エリアセンサを備えたCCDビデオカメラなどで構成される。現実世界における、前景に対応するオブジェクトは、現実世界における、背景に対応するオブジェクトと、センサとの間を、例えば、図中の左側から右側に水平に移動する。

【0101】センサは、前景に対応するオブジェクトを、背景に対応するオブジェクトと共に撮像する。センサは、撮像した画像を1フレーム単位で出力する。例えば、センサは、1秒間に30フレームから成る画像を出力する。センサの露光時間は、1/30秒とすることができる。露光時間は、センサが入力された光の電荷への変換を開始してから、入力された光の電荷への変換を終

了するまでの期間である。以下、露光時間をシャッタ時間とも称する。

【0102】図4は、画素の配置を説明する図である。図4中において、A乃至Iは、個々の画素を示す。画素は、画像に対応する平面上に配置されている。1つの画素に対応する1つの検出素子は、センサ上に配置されている。センサが画像を撮像するとき、1つの検出素子は、画像を構成する1つの画素に対応する画素値を出力する。例えば、検出素子のX方向の位置は、画像上の横方向の位置に対応し、検出素子のY方向の位置は、画像上の縦方向の位置に対応する。

【0103】図5に示すように、例えば、CCDである検出素子は、シャッタ時間に対応する期間、入力された光を電荷に変換して、変換された電荷を蓄積する。電荷の量は、入力された光の強さと、光が入力されている時間にほぼ比例する。検出素子は、シャッタ時間に対応する期間において、入力された光から変換された電荷を、既に蓄積されている電荷に加えていく。すなわち、検出素子は、シャッタ時間に対応する期間、入力される光を積分して、積分された光に対応する量の電荷を蓄積する。検出素子は、時間に対して、積分効果があるとも言える。

【0104】検出素子に蓄積された電荷は、図示せぬ回路により、電圧値に変換され、電圧値は更にデジタルデータなどの画素値に変換されて出力される。従って、センサから出力される個々の画素値は、前景または背景に対応するオブジェクトの空間的に広がりを持つある部分を、シャッタ時間について積分した結果である、1次元の空間に射影された値を有する。

【0105】信号処理装置は、このようなセンサの蓄積の動作により、出力信号に埋もれてしまった有意な情報、例えば、混合比 α を抽出する。信号処理装置は、前景の画像オブジェクト自身が混ざり合うことによる生ずる歪みの量、例えば、動きボケの量などを調整する。また、信号処理装置は、前景の画像オブジェクトと背景の画像オブジェクトとが混ざり合うことにより生ずる歪みの量を調整する。

【0106】図6は、動いている前景に対応するオブジェクトと、静止している背景に対応するオブジェクトとを撮像して得られる画像を説明する図である。図6

(A)は、動きを伴う前景に対応するオブジェクトと、静止している背景に対応するオブジェクトとを撮像して得られる画像を示している。図6(A)に示す例において、前景に対応するオブジェクトは、画面に対して水平に左から右に動いている。

【0107】図6(B)は、図6(A)に示す画像の1つのラインに対応する画素値を時間方向に展開したモデル図である。図6(B)の横方向は、図6(A)の空間方向Xに対応している。

【0108】背景領域の画素は、背景の成分、すなわ

ち、背景のオブジェクトに対応する画像の成分のみから、その画素値が構成されている。前景領域の画素は、前景の成分、すなわち、前景のオブジェクトに対応する画像の成分のみから、その画素値が構成されている。

【0109】混合領域の画素は、背景の成分、および前景の成分から、その画素値が構成されている。混合領域は、背景の成分、および前景の成分から、その画素値が構成されているので、歪み領域ともいえる。混合領域は、更に、カバードバックグラウンド領域およびアンカバードバックグラウンド領域に分類される。

【0110】カバードバックグラウンド領域は、前景領域に対して、前景のオブジェクトの進行方向の前端部に対応する位置の混合領域であり、時間の経過に対応して背景成分が前景に覆い隠される領域をいう。

【0111】これに対して、アンカバードバックグラウンド領域は、前景領域に対して、前景のオブジェクトの進行方向の後端部に対応する位置の混合領域であり、時間の経過に対応して背景成分が現れる領域をいう。

【0112】このように、前景領域、背景領域、またはカバードバックグラウンド領域若しくはアンカバードバックグラウンド領域を含む画像が、領域特定部103、混合比算出部104、および前景背景分離部105に入力画像として入力される。

【0113】図7は、以上のような、背景領域、前景領域、混合領域、カバードバックグラウンド領域、およびアンカバードバックグラウンド領域を説明する図である。図6に示す画像に対応する場合、背景領域は、静止部分であり、前景領域は、動き部分であり、混合領域のカバードバックグラウンド領域は、背景から前景に変化する部分であり、混合領域のアンカバードバックグラウンド領域は、前景から背景に変化する部分である。

【0114】図8は、静止している前景に対応するオブジェクトおよび静止している背景に対応するオブジェクトを撮像した画像における、隣接して1列に並んでいる画素の画素値を時間方向に展開したモデル図である。例えば、隣接して1列に並んでいる画素として、画面の1つのライン上に並んでいる画素を選択することができる。

【0115】図8に示すF01乃至F04の画素値は、静止している前景のオブジェクトに対応する画素の画素値である。図8に示すB01乃至B04の画素値は、静止している背景のオブジェクトに対応する画素の画素値である。

【0116】図8における縦方向は、図中の上から下に向かって時間が経過する。図8中の矩形の上辺の位置は、センサが入力された光の電荷への変換を開始する時刻に対応し、図8中の矩形の下辺の位置は、センサが入力された光の電荷への変換を終了する時刻に対応する。すなわち、図8中の矩形の上辺から下辺までの距離は、シャッタ時間に対応する。

【0117】以下において、シャッタ時間とフレーム間

隔とが同一である場合を例に説明する。

【0118】図8における横方向は、図6で説明した空間方向Xに対応する。より具体的には、図8に示す例において、図8中の“F01”と記載された矩形の左辺から“B04”と記載された矩形の右辺までの距離は、画素のピッチの8倍、すなわち、連続している8つの画素の間隔に対応する。

【0119】前景のオブジェクトおよび背景のオブジェクトが静止している場合、シャッタ時間に対応する期間において、センサに入力される光は変化しない。

【0120】ここで、シャッタ時間に対応する期間を2つ以上の同じ長さの期間に分割する。例えば、仮想分割数を4とすると、図8に示すモデル図は、図11に示すモデルとして表すことができる。仮想分割数は、前景に対応するオブジェクトのシャッタ時間内での動き量 v などに対応して設定される。例えば、4である動き量 v に対応して、仮想分割数は、4とされ、シャッタ時間に対応する期間は4つに分割される。

【0121】図中の最も上の行は、シャッタが開いて最初の、分割された期間に対応する。図中の上から2番目の行は、シャッタが開いて2番目の、分割された期間に対応する。図中の上から3番目の行は、シャッタが開いて3番目の、分割された期間に対応する。図中の上から4番目の行は、シャッタが開いて4番目の、分割された期間に対応する。

【0122】以下、動き量 v に対応して分割されたシャッタ時間をシャッタ時間/ v とも称する。

【0123】前景に対応するオブジェクトが静止しているとき、センサに入力される光は変化しないので、前景の成分F01/ v は、画素値F01を仮想分割数で除した値に等しい。同様に、前景に対応するオブジェクトが静止しているとき、前景の成分F02/ v は、画素値F02を仮想分割数で除した値に等しく、前景の成分F03/ v は、画素値F03を仮想分割数で除した値に等しく、前景の成分F04/ v は、画素値F04を仮想分割数で除した値に等しい。

【0124】背景に対応するオブジェクトが静止しているとき、センサに入力される光は変化しないので、背景の成分B01/ v は、画素値B01を仮想分割数で除した値に等しい。同様に、背景に対応するオブジェクトが静止しているとき、背景の成分B02/ v は、画素値B02を仮想分割数で除した値に等しく、B03/ v は、画素値B03を仮想分割数で除した値に等しく、B04/ v は、画素値B04を仮想分割数で除した値に等しい。

【0125】すなわち、前景に対応するオブジェクトが静止している場合、シャッタ時間に対応する期間において、センサに入力される前景のオブジェクトに対応する光が変化しないので、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間/ v に対応する前景の成分F01/ v と、シャッタが開いて2番目の、シャッタ時間/ v に対応する前景の成分F02/ v と、シャッタが開いて3番目の、シャッタ時間/ v に

対応する前景の成分 $F01/v$ と、シャッタが開いて4番目の、シャッタ時間 $/v$ に対応する前景の成分 $F01/v$ とは、同じ値となる。 $F02/v$ 乃至 $F04/v$ も、 $F01/v$ と同様の関係を有する。

【0126】背景に対応するオブジェクトが静止している場合、シャッタ時間に対応する期間において、センサに入力される背景のオブジェクトに対応する光は変化しないので、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間 $/v$ に対応する背景の成分 $B01/v$ と、シャッタが開いて2番目の、シャッタ時間 $/v$ に対応する背景の成分 $B01/v$ と、シャッタが開いて3番目の、シャッタ時間 $/v$ に対応する背景の成分 $B01/v$ と、シャッタが開いて4番目の、シャッタ時間 $/v$ に対応する背景の成分 $B01/v$ とは、同じ値となる。 $B02/v$ 乃至 $B04/v$ も、同様の関係を有する。

【0127】次に、前景に対応するオブジェクトが移動し、背景に対応するオブジェクトが静止している場合について説明する。

【0128】図10は、前景に対応するオブジェクトが図中の右側に向かって移動する場合の、カバードバックグラウンド領域を含む、1つのライン上の画素の画素値を時間方向に展開したモデル図である。図10において、前景の動き量 v は、4である。1フレームは短い時間なので、前景に対応するオブジェクトが剛体であり、等速で移動していると仮定することができる。図10において、前景に対応するオブジェクトの画像は、あるフレームを基準として次のフレームにおいて4画素分右側に表示されるように移動する。

【0129】図10において、最も左側の画素乃至左から4番目の画素は、前景領域に属する。図10において、左から5番目乃至左から7番目の画素は、カバードバックグラウンド領域である混合領域に属する。図10において、最も右側の画素は、背景領域に属する。

【0130】前景に対応するオブジェクトが時間の経過と共に背景に対応するオブジェクトを覆い隠すように移動しているので、カバードバックグラウンド領域に属する画素の画素値に含まれる成分は、シャッタ時間に対応する期間のある時点で、背景の成分から、前景の成分に替わる。

【0131】例えば、図10中に太線枠を付した画素値 M は、式(1)で表される。

【0132】

$$M=B02/v+B02/v+F07/v+F06/v \quad (1)$$

【0133】例えば、左から5番目の画素は、1つのシャッタ時間 $/v$ に対応する背景の成分を含み、3つのシャッタ時間 $/v$ に対応する前景の成分を含むので、左から5番目の画素の混合比 α は、 $1/4$ である。左から6番目の画素は、2つのシャッタ時間 $/v$ に対応する背景の成分を含み、2つのシャッタ時間 $/v$ に対応する前景の成分を含むので、左から6番目の画素の混合比 α は、 $1/2$ である。左から7番目の画素は、3つのシャッタ時間 $/v$ に対

応する背景の成分を含み、1つのシャッタ時間 $/v$ に対応する前景の成分を含むので、左から7番目の画素の混合比 α は、 $3/4$ である。

【0134】前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、前景の画像が次のフレームにおいて4画素右側に表示されるように等速で移動すると仮定できるので、例えば、図10中の左から4番目の画素の、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間 $/v$ の前景の成分 $F07/v$ は、図10中の左から5番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間 $/v$ に対応する前景の成分に等しい。同様に、前景の成分 $F07/v$ は、図10中の左から6番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間 $/v$ に対応する前景の成分と、図10中の左から7番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間 $/v$ に対応する前景の成分とに、それぞれ等しい。

【0135】前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、前景の画像が次のフレームにおいて4画素右側に表示されるように等速で移動すると仮定できるので、例えば、図10中の左から3番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間 $/v$ の前景の成分 $F06/v$ は、図10中の左から4番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間 $/v$ に対応する前景の成分に等しい。同様に、前景の成分 $F06/v$ は、図10中の左から5番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間 $/v$ に対応する前景の成分と、図10中の左から6番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間 $/v$ に対応する前景の成分とに、それぞれ等しい。

【0136】前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、前景の画像が次のフレームにおいて4画素右側に表示されるように等速で移動すると仮定できるので、例えば、図10中の左から2番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間 $/v$ の前景の成分 $F05/v$ は、図10中の左から3番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間 $/v$ のに対応する前景の成分に等しい。同様に、前景の成分 $F05/v$ は、図10中の左から4番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間 $/v$ に対応する前景の成分と、図10中の左から5番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間 $/v$ に対応する前景の成分とに、それぞれ等しい。

【0137】前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、前景の画像が次のフレームにおいて4画素右側に表示されるように等速で移動すると仮定できるので、例えば、図10中の最も左側の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間 $/v$ の前景の成分 $F04/v$ は、図10中の左から2番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間 $/v$ に対応する前景の成分に等しい。同様に、前景の成分 $F04/v$ は、図10中の左から3番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間 $/v$ に対応する前景の成分と、図10中の左から4番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間 $/v$ に対応する前景の成

分とに、それぞれ等しい。

【0138】動いているオブジェクトに対応する前景の領域は、このように動きボケを含むので、歪み領域とも言える。

【0139】図11は、前景が図中の右側に向かって移動する場合の、アンカバードバックグラウンド領域を含む、1つのライン上の画素の画素値を時間方向に展開したモデル図である。図11において、前景の動き量 v は、4である。1フレームは短い時間なので、前景に対応するオブジェクトが剛体であり、等速で移動していると仮定することができる。図11において、前景に対応するオブジェクトの画像は、あるフレームを基準として次のフレームにおいて4画素分右側に移動する。

【0140】図11において、最も左側の画素乃至左から4番目の画素は、背景領域に属する。図11において、左から5番目乃至左から7番目の画素は、アンカバードバックグラウンドである混合領域に属する。図11において、最も右側の画素は、前景領域に属する。

【0141】背景に対応するオブジェクトを覆っていた前景に対応するオブジェクトが時間の経過と共に背景に対応するオブジェクトの前から取り除かれるように移動しているのを、アンカバードバックグラウンド領域に属*

$$M = \alpha \cdot B + \sum_i F_i / v$$

ここで、 α は、混合比である。Bは、背景の画素値であり、 F_i/v は、前景の成分である。

【0147】前景に対応するオブジェクトが剛体であり、等速で動くとして仮定でき、かつ、動き量 v が4であるので、例えば、図11中の左から5番目の画素の、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間 Δt の前景の成分 F_{01}/v は、図11中の左から6番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間 Δt に対応する前景の成分に等しい。同様に、 F_{01}/v は、図11中の左から7番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間 Δt に対応する前景の成分と、図11中の左から8番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間 Δt に対応する前景の成分とに、それぞれ等しい。

【0148】前景に対応するオブジェクトが剛体であり、等速で動くとして仮定でき、かつ、仮想分割数が4であるので、例えば、図11中の左から6番目の画素の、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間 Δt の前景の成分 F_02/v は、図11中の左から7番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間 Δt に対応する前景の成分に等しい。同様に、前景の成分 F_{02}/v は、図11中の左から8番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間 Δt に対応する前景の成分に等しい。

【0149】前景に対応するオブジェクトが剛体であり、等速で動くとして仮定でき、かつ、動き量 v が4であるので、例えば、図11中の左から7番目の画素の、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間 Δt の前景の成分 $F_{03}/$

*する画素の画素値に含まれる成分は、シャッタ時間に対応する期間のある時点で、前景の成分から、背景の成分に替わる。

【0142】例えば、図11中に太線枠を付した画素値 M' は、式(2)で表される。

【0143】

$$M' = F_{02}/v + F_{01}/v + B_{26}/v + B_{26}/v \quad (2)$$

【0144】例えば、左から5番目の画素は、3つのシャッタ時間 Δt に対応する背景の成分を含み、1つのシャッタ時間 Δt に対応する前景の成分を含むので、左から5番目の画素の混合比 α は、3/4である。左から6番目の画素は、2つのシャッタ時間 Δt に対応する背景の成分を含み、2つのシャッタ時間 Δt に対応する前景の成分を含むので、左から6番目の画素の混合比 α は、1/2である。左から7番目の画素は、1つのシャッタ時間 Δt に対応する背景の成分を含み、3つのシャッタ時間 Δt に対応する前景の成分を含むので、左から7番目の画素の混合比 α は、1/4である。

【0145】式(1)および式(2)をより一般化すると、画素値 M は、式(3)で表される。

【0146】

【数1】

(3)

v は、図11中の左から8番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間 Δt に対応する前景の成分に等しい。

【0150】図9乃至図11の説明において、仮想分割数は、4であるとして説明したが、仮想分割数は、動き量 v に対応する。動き量 v は、一般に、前景に対応するオブジェクトの移動速度に対応する。例えば、前景に対応するオブジェクトが、あるフレームを基準として次のフレームにおいて4画素分右側に表示されるように移動しているとき、動き量 v は、4とされる。動き量 v に対応し、仮想分割数は、4とされる。同様に、例えば、前景に対応するオブジェクトが、あるフレームを基準として次のフレームにおいて6画素分左側に表示されるように移動しているとき、動き量 v は、6とされ、仮想分割数は、6とされる。

【0151】図12および図13に、以上で説明した、前景領域、背景領域、カバードバックグラウンド領域若しくはアンカバードバックグラウンド領域から成る混合領域と、分割されたシャッタ時間に対応する前景の成分および背景の成分との関係を示す。

【0152】図12は、静止している背景の前を移動しているオブジェクトに対応する前景を含む画像から、前景領域、背景領域、および混合領域の画素を抽出した例を示す。図12に示す例において、前景に対応するオブジェクトは、画面に対して水平に移動している。

【0153】フレーム $\#n+1$ は、フレーム $\#n$ の次のフレー

ムであり、フレーム# $n+2$ は、フレーム# $n+1$ の次のフレームである。

【0154】フレーム# n 乃至フレーム# $n+2$ のいずれから抽出した、前景領域、背景領域、および混合領域の画素を抽出して、動き量 v を4として、抽出された画素の画素値を時間方向に展開したモデルを図13に示す。

【0155】前景領域の画素値は、前景に対応するオブジェクトが移動するので、シャッタ時間 Δt の期間に対応する、4つの異なる前景の成分から構成される。例えば、図13に示す前景領域の画素のうち最も左側に位置する画素は、 $F01/v, F02/v, F03/v$ 、および $F04/v$ から構成される。すなわち、前景領域の画素は、動きボケを含んでいる。

【0156】背景に対応するオブジェクトが静止しているので、シャッタ時間に対応する期間において、センサに入力される背景に対応する光は変化しない。この場合、背景領域の画素値は、動きボケを含まない。

【0157】カバードバックグラウンド領域若しくはアンカバードバックグラウンド領域から成る混合領域に属する画素の画素値は、前景の成分と、背景の成分とから構成される。

【0158】次に、オブジェクトに対応する画像が動いているとき、複数のフレームにおける、隣接して1列に並んでいる画素であって、フレーム上で同一の位置の画素の画素値を時間方向に展開したモデルについて説明する。例えば、オブジェクトに対応する画像が画面に対して水平に動いているとき、隣接して1列に並んでいる画素として、画面の1つのライン上に並んでいる画素を選択することができる。

【0159】図14は、静止している背景に対応するオブジェクトを撮像した画像の3つのフレームの、隣接して1列に並んでいる画素であって、フレーム上で同一の位置の画素の画素値を時間方向に展開したモデル図である。フレーム# n は、フレーム# $n-1$ の次のフレームであり、フレーム# $n+1$ は、フレーム# n の次のフレームである。他のフレームも同様に称する。

【0160】図14に示す $B01$ 乃至 $B12$ の画素値は、静止している背景のオブジェクトに対応する画素の画素値である。背景に対応するオブジェクトが静止しているので、フレーム# $n-1$ 乃至フレーム# $n+1$ において、対応する画素の画素値は、変化しない。例えば、フレーム# $n-1$ における $B05$ の画素値を有する画素の位置に対応する、フレーム# n における画素、およびフレーム# $n+1$ における画素は、それぞれ、 $B05$ の画素値を有する。

【0161】図15は、静止している背景に対応するオブジェクトと共に図中の右側に移動する前景に対応するオブジェクトを撮像した画像の3つのフレームの、隣接して1列に並んでいる画素であって、フレーム上で同一の位置の画素の画素値を時間方向に展開したモデル図である。図15に示すモデルは、カバードバックグラウン

ド領域を含む。

【0162】図15において、前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、等速で移動すると仮定でき、前景の画像が次のフレームにおいて4画素右側に表示されるように移動するので、前景の動き量 v は、4であり、仮想分割数は、4である。

【0163】例えば、図15中のフレーム# $n-1$ の最も左側の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間 Δt の前景の成分は、 $F12/v$ となり、図15中の左から2番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間 Δt の前景の成分も、 $F12/v$ となる。図15中の左から3番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間 Δt の前景の成分、および図15中の左から4番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間 Δt の前景の成分は、 $F12/v$ となる。

【0164】図15中のフレーム# $n-1$ の最も左側の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間 Δt の前景の成分は、 $F11/v$ となり、図15中の左から2番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間 Δt の前景の成分も、 $F11/v$ となる。図15中の左から3番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間 Δt の前景の成分は、 $F11/v$ となる。

【0165】図15中のフレーム# $n-1$ の最も左側の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間 Δt の前景の成分は、 $F10/v$ となり、図15中の左から2番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間 Δt の前景の成分も、 $F10/v$ となる。図15中のフレーム# $n-1$ の最も左側の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間 Δt の前景の成分は、 $F09/v$ となる。

【0166】背景に対応するオブジェクトが静止しているので、図15中のフレーム# $n-1$ の左から2番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間 Δt の背景の成分は、 $B01/v$ となる。図15中のフレーム# $n-1$ の左から3番目の画素の、シャッタが開いて最初および2番目のシャッタ時間 Δt の背景の成分は、 $B02/v$ となる。図15中のフレーム# $n-1$ の左から4番目の画素の、シャッタが開いて最初乃至3番目のシャッタ時間 Δt の背景の成分は、 $B03/v$ となる。

【0167】図15中のフレーム# $n-1$ において、最も左側の画素は、前景領域に属し、左側から2番目乃至4番目の画素は、カバードバックグラウンド領域である混合領域に属する。

【0168】図15中のフレーム# $n-1$ の左から5番目の画素乃至12番目の画素は、背景領域に属し、その画素値は、それぞれ、 $B04$ 乃至 $B11$ となる。

【0169】図15中のフレーム# n の左から1番目の画素乃至5番目の画素は、前景領域に属する。フレーム# n の前景領域における、シャッタ時間 Δt の前景の成分は、 $F05/v$ 乃至 $F12/v$ のいずれかである。

【0170】前景に対応するオブジェクトが、剛体であ

り、等速で移動すると仮定でき、前景の画像が次のフレームにおいて4画素右側に表示されるように移動するので、図15中のフレーム# n の左から5番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間 Δt の前景の成分は、 $F12/v$ となり、図15中の左から6番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間 Δt の前景の成分も、 $F12/v$ となる。図15中の左から7番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間 Δt の前景の成分、および図15中の左から8番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間 Δt の前景の成分は、 $F12/v$ となる。

【0171】図15中のフレーム# n の左から5番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間 Δt の前景の成分は、 $F11/v$ となり、図15中の左から6番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間 Δt の前景の成分も、 $F11/v$ となる。図15中の左から7番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間 Δt の前景の成分は、 $F11/v$ となる。

【0172】図15中のフレーム# n の左から5番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間 Δt の前景の成分は、 $F10/v$ となり、図15中の左から6番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間 Δt の前景の成分も、 $F10/v$ となる。図15中のフレーム# n の左から5番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間 Δt の前景の成分は、 $F09/v$ となる。

【0173】背景に対応するオブジェクトが静止しているので、図15中のフレーム# n の左から6番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間 Δt の背景の成分は、 $B05/v$ となる。図15中のフレーム# n の左から7番目の画素の、シャッタが開いて最初および2番目のシャッタ時間 Δt の背景の成分は、 $B06/v$ となる。図15中のフレーム# n の左から8番目の画素の、シャッタが開いて最初乃至3番目の、シャッタ時間 Δt の背景の成分は、 $B07/v$ となる。

【0174】図15中のフレーム# n において、左側から6番目乃至8番目の画素は、カバードバックグラウンド領域である混合領域に属する。

【0175】図15中のフレーム# n の左から9番目の画素乃至12番目の画素は、背景領域に属し、画素値は、それぞれ、 $B08$ 乃至 $B11$ となる。

【0176】図15中のフレーム# $n+1$ の左から1番目の画素乃至9番目の画素は、前景領域に属する。フレーム# $n+1$ の前景領域における、シャッタ時間 Δt の前景の成分は、 $F01/v$ 乃至 $F12/v$ のいずれかである。

【0177】前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、等速で移動すると仮定でき、前景の画像が次のフレームにおいて4画素右側に表示されるように移動するので、図15中のフレーム# $n+1$ の左から9番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間 Δt の前景の成分は、 $F12/v$ となり、図15中の左から10番目の画素

の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間 Δt の前景の成分も、 $F12/v$ となる。図15中の左から11番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間 Δt の前景の成分、および図15中の左から12番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間 Δt の前景の成分は、 $F12/v$ となる。

【0178】図15中のフレーム# $n+1$ の左から9番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間 Δt の期間の前景の成分は、 $F11/v$ となり、図15中の左から10番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間 Δt の前景の成分も、 $F11/v$ となる。図15中の左から11番目の画素の、シャッタが開いて4番目の、シャッタ時間 Δt の前景の成分は、 $F11/v$ となる。

【0179】図15中のフレーム# $n+1$ の左から9番目の画素の、シャッタが開いて3番目の、シャッタ時間 Δt の前景の成分は、 $F10/v$ となり、図15中の左から10番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間 Δt の前景の成分も、 $F10/v$ となる。図15中のフレーム# $n+1$ の左から9番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間 Δt の前景の成分は、 $F09/v$ となる。

【0180】背景に対応するオブジェクトが静止しているので、図15中のフレーム# $n+1$ の左から10番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間 Δt の背景の成分は、 $B09/v$ となる。図15中のフレーム# $n+1$ の左から11番目の画素の、シャッタが開いて最初および2番目のシャッタ時間 Δt の背景の成分は、 $B10/v$ となる。図15中のフレーム# $n+1$ の左から12番目の画素の、シャッタが開いて最初乃至3番目の、シャッタ時間 Δt の背景の成分は、 $B11/v$ となる。

【0181】図15中のフレーム# $n+1$ において、左側から10番目乃至12番目の画素は、カバードバックグラウンド領域である混合領域に対応する。

【0182】図16は、図15に示す画素値から前景の成分を抽出した画像のモデル図である。

【0183】図17は、静止している背景と共に図中の右側に移動するオブジェクトに対応する前景を撮像した画像の3つのフレームの、隣接して1列に並んでいる画素であって、フレーム上で同一の位置の画素の画素値を時間方向に展開したモデル図である。図17において、アンカバードバックグラウンド領域が含まれている。

【0184】図17において、前景に対応するオブジェクトは、剛体であり、かつ等速で移動していると仮定できる。前景に対応するオブジェクトが、次のフレームにおいて4画素右側に表示されるように移動しているので、動き量 v は、4である。

【0185】例えば、図17中のフレーム# $n-1$ の最も左側の画素の、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間 Δt の前景の成分は、 $F13/v$ となり、図17中の左から2番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間 Δt の前景の成分も、 $F13/v$ となる。図17中の左から3番

目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/vの前景の成分、および図17中の左から4番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの前景の成分は、F13/vとなる。

【0186】図17中のフレーム#n-1の左から2番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分は、F14/vとなり、図17中の左から3番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F14/vとなる。図17中の左から3番目の画素の、シャッタが開いて最初の、シャッタ時間/vの前景の成分は、F15/vとなる。

【0187】背景に対応するオブジェクトが静止しているので、図17中のフレーム#n-1の最も左側の画素の、シャッタが開いて2番目乃至4番目の、シャッタ時間/vの背景の成分は、B25/vとなる。図17中のフレーム#n-1の左から2番目の画素の、シャッタが開いて3番目および4番目の、シャッタ時間/vの背景の成分は、B26/vとなる。図17中のフレーム#n-1の左から3番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの背景の成分は、B27/vとなる。

【0188】図17中のフレーム#n-1において、最も左側の画素乃至3番目の画素は、アンカバードバックグラウンド領域である混合領域に属する。

【0189】図17中のフレーム#n-1の左から4番目の画素乃至12番目の画素は、前景領域に属する。フレームの前景の成分は、F13/v乃至F24/vのいずれかである。

【0190】図17中のフレーム#nの最も左側の画素乃至左から4番目の画素は、背景領域に属し、画素値は、それぞれ、B25乃至B28となる。

【0191】前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、等速で移動すると仮定でき、前景の画像が次のフレームにおいて4画素右側に表示されるように移動するので、図17中のフレーム#nの左から5番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分は、F13/vとなり、図17中の左から6番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F13/vとなる。図17中の左から7番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/vの前景の成分、および図17中の左から8番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの前景の成分は、F13/vとなる。

【0192】図17中のフレーム#nの左から6番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分は、F14/vとなり、図17中の左から7番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F14/vとなる。図17中の左から8番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分は、F15/vとなる。

【0193】背景に対応するオブジェクトが静止しているので、図17中のフレーム#nの左から5番目の画素

の、シャッタが開いて2番目乃至4番目のシャッタ時間/vの背景の成分は、B29/vとなる。図17中のフレーム#nの左から6番目の画素の、シャッタが開いて3番目および4番目のシャッタ時間/vの背景の成分は、B30/vとなる。図17中のフレーム#nの左から7番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの背景の成分は、B31/vとなる。

【0194】図17中のフレーム#nにおいて、左から5番目の画素乃至7番目の画素は、アンカバードバックグラウンド領域である混合領域に属する。

【0195】図17中のフレーム#nの左から8番目の画素乃至12番目の画素は、前景領域に属する。フレーム#nの前景領域における、シャッタ時間/vの期間に対応する値は、F13/v乃至F20/vのいずれかである。

【0196】図17中のフレーム#n+1の最も左側の画素乃至左から8番目の画素は、背景領域に属し、画素値は、それぞれ、B25乃至B32となる。

【0197】前景に対応するオブジェクトが、剛体であり、等速で移動すると仮定でき、前景の画像が次のフレームにおいて4画素右側に表示されるように移動するので、図17中のフレーム#n+1の左から9番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分は、F13/vとなり、図17中の左から10番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F13/vとなる。図17中の左から11番目の画素の、シャッタが開いて3番目のシャッタ時間/vの前景の成分、および図17中の左から12番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの前景の成分は、F13/vとなる。

【0198】図17中のフレーム#n+1の左から10番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分は、F14/vとなり、図17中の左から11番目の画素の、シャッタが開いて2番目のシャッタ時間/vの前景の成分も、F14/vとなる。図17中の左から12番目の画素の、シャッタが開いて最初のシャッタ時間/vの前景の成分は、F15/vとなる。

【0199】背景に対応するオブジェクトが静止しているので、図17中のフレーム#n+1の左から9番目の画素の、シャッタが開いて2番目乃至4番目の、シャッタ時間/vの背景の成分は、B33/vとなる。図17中のフレーム#n+1の左から10番目の画素の、シャッタが開いて3番目および4番目のシャッタ時間/vの背景の成分は、B34/vとなる。図17中のフレーム#n+1の左から11番目の画素の、シャッタが開いて4番目のシャッタ時間/vの背景の成分は、B35/vとなる。

【0200】図17中のフレーム#n+1において、左から9番目の画素乃至11番目の画素は、アンカバードバックグラウンド領域である混合領域に属する。

【0201】図17中のフレーム#n+1の左から12番目の画素は、前景領域に属する。フレーム#n+1の前景領域

における、シャッタ時間 Δt の前景の成分は、 $F13/\Delta t$ 乃至 $F16/\Delta t$ のいずれかである。

【0202】図18は、図17に示す画素値から前景の成分を抽出した画像のモデル図である。

【0203】図2に戻り、領域特定部103は、複数のフレームの画素値を用いて、前景領域、背景領域、カバードバックグラウンド領域、またはアンカバードバックグラウンド領域に属することを示すフラグを画素毎に対応付けて、領域情報として、混合比算出部104および動きボケ調整部106に供給する。

【0204】混合比算出部104は、複数のフレームの画素値、および領域情報を基に、混合領域に含まれる画素について画素毎に混合比 α を算出し、算出した混合比 α を前景背景分離部105に供給する。

【0205】前景背景分離部105は、複数のフレームの画素値、領域情報、および混合比 α を基に、前景の成分のみからなる前景成分画像を抽出して、動きボケ調整部106に供給する。

【0206】動きボケ調整部106は、前景背景分離部105から供給された前景成分画像、動き検出部102から供給された動きベクトル、および領域特定部103から供給された領域情報を基に、前景成分画像に含まれる動きボケの量を調整して、動きボケの量を調整した前景成分画像を出力する。

【0207】図19のフローチャートを参照して、信号処理装置による動きボケの量の調整の処理を説明する。ステップS11において、領域特定部103は、入力画像を基に、入力画像の画素毎に前景領域、背景領域、カバードバックグラウンド領域、またはアンカバードバックグラウンド領域のいずれかに属するかを示す領域情報を生成する領域特定の処理を実行する。領域特定の処理の詳細は、後述する。領域特定部103は、生成した領域情報を混合比算出部104に供給する。

【0208】なお、ステップS11において、領域特定部103は、入力画像を基に、入力画像の画素毎に前景領域、背景領域、または混合領域（カバードバックグラウンド領域、またはアンカバードバックグラウンド領域の区別をしない）のいずれかに属するかを示す領域情報を生成するようにしてもよい。この場合において、前景背景分離部105および動きボケ調整部106は、動きベクトルの方向を基に、混合領域がカバードバックグラウンド領域であるか、またはアンカバードバックグラウンド領域であるかを判定する。例えば、動きベクトルの方向に対応して、前景領域、混合領域、および背景領域と順に並んでいるとき、その混合領域は、カバードバックグラウンド領域と判定され、動きベクトルの方向に対応して、背景領域、混合領域、および前景領域と順に並んでいるとき、その混合領域は、アンカバードバックグラウンド領域と判定される。

【0209】ステップS12において、混合比算出部1

04は、入力画像および領域情報を基に、混合領域に含まれる画素毎に、混合比 α を算出する。混合比算出の処理の詳細は、後述する。混合比算出部104は、算出した混合比 α を前景背景分離部105に供給する。

【0210】ステップS13において、前景背景分離部105は、領域情報、および混合比 α を基に、入力画像から前景の成分を抽出して、前景成分画像として動きボケ調整部106に供給する。

【0211】ステップS14において、動きボケ調整部106は、動きベクトルおよび領域情報を基に、動き方向に並ぶ連続した画素であって、アンカバードバックグラウンド領域、前景領域、およびカバードバックグラウンド領域のいずれかに属するものの画像上の位置を示す処理単位を生成し、処理単位に対応する前景成分に含まれる動きボケの量を調整する。動きボケの量の調整の処理の詳細については、後述する。

【0212】ステップS15において、信号処理装置は、画面全体について処理を終了したか否かを判定し、画面全体について処理を終了していないと判定された場合、ステップS14に進み、処理単位に対応する前景の成分を対象とした動きボケの量の調整の処理を繰り返す。

【0213】ステップS15において、画面全体について処理を終了したと判定された場合、処理は終了する。

【0214】このように、信号処理装置は、前景と背景を分離して、前景に含まれる動きボケの量を調整することができる。すなわち、信号処理装置は、前景の画素の画素値であるサンプルデータに含まれる動きボケの量を調整することができる。

【0215】以下、領域特定部103、混合比算出部104、前景背景分離部105、および動きボケ調整部106のそれぞれの構成について説明する。

【0216】図20は、領域特定部103の構成の一例を示すブロック図である。図20に構成を示す領域特定部103は、動きベクトルを利用しない。フレームメモリ201は、入力された画像をフレーム単位で記憶する。フレームメモリ201は、処理の対象がフレーム $\#n$ であるとき、フレーム $\#n$ の2つ前のフレームであるフレーム $\#n-2$ 、フレーム $\#n$ の1つ前のフレームであるフレーム $\#n-1$ 、フレーム $\#n$ 、フレーム $\#n$ の1つ後のフレームであるフレーム $\#n+1$ 、およびフレーム $\#n$ の2つ後のフレームであるフレーム $\#n+2$ を記憶する。

【0217】静止判定部202-1は、フレーム $\#n$ の領域特定の対象である画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム $\#n+2$ の画素の画素値、およびフレーム $\#n$ の領域特定の対象である画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム $\#n+1$ の画素の画素値をフレームメモリ201から読み出して、読み出した画素値の差の絶対値を算出する。静止判定部202-1は、フレーム $\#n+2$ の画素値とフレーム $\#n+1$ の画素値との差の絶対値が、予め設

10

20

30

40

50

定している閾値 Th より大きいかなかを判定し、差の絶対値が閾値 Th より大きいと判定された場合、動きを示す静動判定を領域判定部203-1に供給する。フレーム $\#n+2$ の画素の画素値とフレーム $\#n+1$ の画素の画素値との差の絶対値が閾値 Th 以下であると判定された場合、静動判定部202-1は、静止を示す静動判定を領域判定部203-1に供給する。

【0218】静動判定部202-2は、フレーム $\#n$ の領域特定の対象である画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム $\#n+1$ の画素の画素値、およびフレーム $\#n$ の対象となる画素の画素値をフレームメモリ201から読み出して、画素値の差の絶対値を算出する。静動判定部202-2は、フレーム $\#n+1$ の画素値とフレーム $\#n$ の画素値との差の絶対値が、予め設定している閾値 Th より大きいかなかを判定し、画素値の差の絶対値が、閾値 Th より大きいと判定された場合、動きを示す静動判定を領域判定部203-1および領域判定部203-2に供給する。フレーム $\#n+1$ の画素の画素値とフレーム $\#n$ の画素の画素値との差の絶対値が、閾値 Th 以下であると判定された場合、静動判定部202-2は、静止を示す静動判定を領域判定部203-1および領域判定部203-2に供給する。

【0219】静動判定部202-3は、フレーム $\#n$ の領域特定の対象である画素の画素値、およびフレーム $\#n$ の領域特定の対象である画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム $\#n-1$ の画素の画素値をフレームメモリ201から読み出して、画素値の差の絶対値を算出する。静動判定部202-3は、フレーム $\#n$ の画素値とフレーム $\#n-1$ の画素値との差の絶対値が、予め設定している閾値 Th より大きいかなかを判定し、画素値の差の絶対値が、閾値 Th より大きいと判定された場合、動きを示す静動判定を領域判定部203-2および領域判定部203-3に供給する。フレーム $\#n$ の画素の画素値とフレーム $\#n-1$ の画素の画素値との差の絶対値が、閾値 Th 以下であると判定された場合、静動判定部202-3は、静止を示す静動判定を領域判定部203-2および領域判定部203-3に供給する。

【0220】静動判定部202-4は、フレーム $\#n$ の領域特定の対象である画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム $\#n-1$ の画素の画素値、およびフレーム $\#n$ の領域特定の対象である画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム $\#n-2$ の画素の画素値をフレームメモリ201から読み出して、画素値の差の絶対値を算出する。静動判定部202-4は、フレーム $\#n-1$ の画素値とフレーム $\#n-2$ の画素値との差の絶対値が、予め設定している閾値 Th より大きいかなかを判定し、画素値の差の絶対値が、閾値 Th より大きいと判定された場合、動きを示す静動判定を領域判定部203-3に供給する。フレーム $\#n-1$ の画素の画素値とフレーム $\#n-2$ の画素の画素値との差の絶対値が、閾値 Th 以下であると判定された場合、静動

判定部202-4は、静止を示す静動判定を領域判定部203-3に供給する。

【0221】領域判定部203-1は、静動判定部202-1から供給された静動判定が静止を示し、かつ、静動判定部202-2から供給された静動判定が動きを示しているとき、フレーム $\#n$ における領域特定の対象である画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると判定し、領域の判定される画素に対応するアンカバードバックグラウンド領域判定フラグに、アンカバードバックグラウンド領域に属することを示す"1"を設定する。

【0222】領域判定部203-1は、静動判定部202-1から供給された静動判定が動きを示すか、または、静動判定部202-2から供給された静動判定が静止を示しているとき、フレーム $\#n$ における領域特定の対象である画素がアンカバードバックグラウンド領域に属しないと判定し、領域の判定される画素に対応するアンカバードバックグラウンド領域判定フラグに、アンカバードバックグラウンド領域に属しないことを示す"0"を設定する。

【0223】領域判定部203-1は、このように"1"または"0"が設定されたアンカバードバックグラウンド領域判定フラグを判定フラグ格納フレームメモリ204に供給する。

【0224】領域判定部203-2は、静動判定部202-2から供給された静動判定が静止を示し、かつ、静動判定部202-3から供給された静動判定が静止を示しているとき、フレーム $\#n$ における領域特定の対象である画素が静止領域に属すると判定し、領域の判定される画素に対応する静止領域判定フラグに、静止領域に属することを示す"1"を設定する。

【0225】領域判定部203-2は、静動判定部202-2から供給された静動判定が動きを示すか、または、静動判定部202-3から供給された静動判定が動きを示しているとき、フレーム $\#n$ における領域特定の対象である画素が静止領域に属しないと判定し、領域の判定される画素に対応する静止領域判定フラグに、静止領域に属しないことを示す"0"を設定する。

【0226】領域判定部203-2は、このように"1"または"0"が設定された静止領域判定フラグを判定フラグ格納フレームメモリ204に供給する。

【0227】領域判定部203-2は、静動判定部202-2から供給された静動判定が動きを示し、かつ、静動判定部202-3から供給された静動判定が動きを示しているとき、フレーム $\#n$ における領域特定の対象である画素が動き領域に属すると判定し、領域の判定される画素に対応する動き領域判定フラグに、動き領域に属することを示す"1"を設定する。

【0228】領域判定部203-2は、静動判定部202-2から供給された静動判定が静止を示すか、また

は、静動判定部202-3から供給された静動判定が静止を示しているとき、フレーム#nにおける領域特定の対象である画素が動き領域に属しないと判定し、領域の判定される画素に対応する動き領域判定フラグに、動き領域に属しないことを示す“0”を設定する。

【0229】領域判定部203-2は、このように“1”または“0”が設定された動き領域判定フラグを判定フラグ格納フレームメモリ204に供給する。

【0230】領域判定部203-3は、静動判定部202-3から供給された静動判定が動きを示し、かつ、静動判定部202-4から供給された静動判定が静止を示しているとき、フレーム#nにおける領域特定の対象である画素がカバードバックグラウンド領域に属すると判定し、領域の判定される画素に対応するカバードバックグラウンド領域判定フラグに、カバードバックグラウンド領域に属することを示す“1”を設定する。

【0231】領域判定部203-3は、静動判定部202-3から供給された静動判定が静止を示すか、または、静動判定部202-4から供給された静動判定が動きを示しているとき、フレーム#nにおける領域特定の対象である画素がカバードバックグラウンド領域に属しないと判定し、領域の判定される画素に対応するカバードバックグラウンド領域判定フラグに、カバードバックグラウンド領域に属しないことを示す“0”を設定する。

【0232】領域判定部203-3は、このように“1”または“0”が設定されたカバードバックグラウンド領域判定フラグを判定フラグ格納フレームメモリ204に供給する。

【0233】判定フラグ格納フレームメモリ204は、領域判定部203-1から供給されたアンカバードバックグラウンド領域判定フラグ、領域判定部203-2から供給された静止領域判定フラグ、領域判定部203-2から供給された動き領域判定フラグ、および領域判定部203-3から供給されたカバードバックグラウンド領域判定フラグをそれぞれ記憶する。

【0234】判定フラグ格納フレームメモリ204は、記憶しているアンカバードバックグラウンド領域判定フラグ、静止領域判定フラグ、動き領域判定フラグ、およびカバードバックグラウンド領域判定フラグを合成部205に供給する。合成部205は、判定フラグ格納フレームメモリ204から供給された、アンカバードバックグラウンド領域判定フラグ、静止領域判定フラグ、動き領域判定フラグ、およびカバードバックグラウンド領域判定フラグを基に、各画素が、アンカバードバックグラウンド領域、静止領域、動き領域、およびカバードバックグラウンド領域のいずれかに属することを示す領域情報を生成し、判定フラグ格納フレームメモリ206に供給する。

【0235】判定フラグ格納フレームメモリ206は、合成部205から供給された領域情報を記憶すると共

に、記憶している領域情報を出力する。

【0236】次に、領域特定部103の処理の例を図21乃至図25を参照して説明する。

【0237】前景に対応するオブジェクトが移動しているとき、オブジェクトに対応する画像の画面上の位置は、フレーム毎に変化する。図21に示すように、フレーム#nにおいて、 $Y_n(x,y)$ で示される位置に位置するオブジェクトに対応する画像は、次のフレームであるフレーム#n+1において、 $Y_{n+1}(x,y)$ に位置する。

【0238】前景のオブジェクトに対応する画像の動き方向に隣接して1列に並ぶ画素の画素値を時間方向に展開したモデル図を図24に示す。例えば、前景のオブジェクトに対応する画像の動き方向が画面に対して水平であるとき、図22におけるモデル図は、1つのライン上の隣接する画素の画素値を時間方向に展開したモデルを示す。

【0239】図22において、フレーム#nにおけるラインは、フレーム#n+1におけるラインと同一である。

【0240】フレーム#nにおいて、左から2番目の画素乃至13番目の画素に含まれているオブジェクトに対応する前景の成分は、フレーム#n+1において、左から6番目乃至17番目の画素に含まれる。

【0241】フレーム#nにおいて、カバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から11番目乃至13番目の画素であり、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から2番目乃至4番目の画素である。フレーム#n+1において、カバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から15番目乃至17番目の画素であり、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から6番目乃至8番目の画素である。

【0242】図22に示す例において、フレーム#nに含まれる前景の成分が、フレーム#n+1において4画素移動しているため、動き量 v は、4である。仮想分割数は、動き量 v に対応し、4である。

【0243】次に、注目しているフレームの前後における混合領域に属する画素の画素値の変化について説明する。

【0244】図23に示す、背景が静止し、前景の動き量 v が4であるフレーム#nにおいて、カバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から15番目乃至17番目の画素である。動き量 v が4であるため、1つ前のフレーム#n-1において、左から15番目乃至17番目の画素は、背景の成分のみを含み、背景領域に属する。また、更に1つ前のフレーム#n-2において、左から15番目乃至17番目の画素は、背景の成分のみを含み、背景領域に属する。

【0245】ここで、背景に対応するオブジェクトが静止しているため、フレーム#n-1の左から15番目の画素の画素値は、フレーム#n-2の左から15番目の画素の画素値から変化しない。同様に、フレーム#n-1の左から1

6番目の画素の画素値は、フレーム $\#n-2$ の左から16番目の画素の画素値から変化せず、フレーム $\#n-1$ の左から17番目の画素の画素値は、フレーム $\#n-2$ の左から17番目の画素の画素値から変化しない。

【0246】すなわち、フレーム $\#n$ におけるカバードバックグラウンド領域に属する画素に対応する、フレーム $\#n-1$ およびフレーム $\#n-2$ の画素は、背景の成分のみから成り、画素値が変化しないので、その差の絶対値は、ほぼ0の値となる。従って、フレーム $\#n$ における混合領域に属する画素に対応する、フレーム $\#n-1$ およびフレーム $\#n-2$ の画素に対する静動判定は、静動判定部202-4により、静止と判定される。

【0247】フレーム $\#n$ におけるカバードバックグラウンド領域に属する画素は、前景の成分を含むので、フレーム $\#n-1$ における背景の成分のみから成る場合と、画素値が異なる。従って、フレーム $\#n$ における混合領域に属する画素、および対応するフレーム $\#n-1$ の画素に対する静動判定は、静動判定部202-3により、動きと判定される。

【0248】このように、領域判定部203-3は、静動判定部202-3から動きを示す静動判定の結果が供給され、静動判定部202-4から静止を示す静動判定の結果が供給されたとき、対応する画素がカバードバックグラウンド領域に属すると判定する。

【0249】図24に示す、背景が静止し、前景の動き量が4であるフレーム $\#n$ において、アンカバードバックグラウンド領域に含まれる画素は、左から2番目乃至4番目の画素である。動き量が4であるので、1つ後のフレーム $\#n+1$ において、左から2番目乃至4番目の画素は、背景の成分のみを含み、背景領域に属する。また、更に1つ後のフレーム $\#n+2$ において、左から2番目乃至4番目の画素は、背景の成分のみを含み、背景領域に属する。

【0250】ここで、背景に対応するオブジェクトが静止しているので、フレーム $\#n+2$ の左から2番目の画素の画素値は、フレーム $\#n+1$ の左から2番目の画素の画素値から変化しない。同様に、フレーム $\#n+2$ の左から3番目の画素の画素値は、フレーム $\#n+1$ の左から3番目の画素の画素値から変化せず、フレーム $\#n+2$ の左から4番目の画素の画素値は、フレーム $\#n+1$ の左から4番目の画素の画素値から変化しない。

【0251】すなわち、フレーム $\#n$ におけるアンカバードバックグラウンド領域に属する画素に対応する、フレーム $\#n+1$ およびフレーム $\#n+2$ の画素は、背景の成分のみから成り、画素値が変化しないので、その差の絶対値は、ほぼ0の値となる。従って、フレーム $\#n$ における混合領域に属する画素に対応する、フレーム $\#n+1$ およびフレーム $\#n+2$ の画素に対する静動判定は、静動判定部202-1により、静止と判定される。

【0252】フレーム $\#n$ におけるアンカバードバックグ

ラウンド領域に属する画素は、前景の成分を含むので、フレーム $\#n+1$ における背景の成分のみから成る場合と、画素値が異なる。従って、フレーム $\#n$ における混合領域に属する画素、および対応するフレーム $\#n+1$ の画素に対する静動判定は、静動判定部202-2により、動きと判定される。

【0253】このように、領域判定部203-1は、静動判定部202-2から動きを示す静動判定の結果が供給され、静動判定部202-1から静止を示す静動判定の結果が供給されたとき、対応する画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると判定する。

【0254】図25は、フレーム $\#n$ における領域特定部103の判定条件を示す図である。フレーム $\#n$ の判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム $\#n-2$ の画素と、フレーム $\#n$ の判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム $\#n-1$ の画素とが静止と判定され、フレーム $\#n$ の判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム $\#n-1$ の画素と、フレーム $\#n$ の画素とが動きと判定されたとき、領域特定部103は、フレーム $\#n$ の判定の対象となる画素がカバードバックグラウンド領域に属すると判定する。

【0255】フレーム $\#n$ の判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム $\#n-1$ の画素と、フレーム $\#n$ の画素とが静止と判定され、フレーム $\#n$ の画素と、フレーム $\#n$ の判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム $\#n+1$ の画素とが静止と判定されたとき、領域特定部103は、フレーム $\#n$ の判定の対象となる画素が静止領域に属すると判定する。

【0256】フレーム $\#n$ の判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム $\#n-1$ の画素と、フレーム $\#n$ の画素とが動きと判定され、フレーム $\#n$ の画素と、フレーム $\#n$ の判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム $\#n+1$ の画素とが動きと判定されたとき、領域特定部103は、フレーム $\#n$ の判定の対象となる画素が動き領域に属すると判定する。

【0257】フレーム $\#n$ の画素と、フレーム $\#n$ の判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム $\#n+1$ の画素とが動きと判定され、フレーム $\#n$ の判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム $\#n+1$ の画素と、フレーム $\#n$ の判定の対象となる画素の画像上の位置と同一の位置にあるフレーム $\#n+2$ の画素とが静止と判定されたとき、領域特定部103は、フレーム $\#n$ の判定の対象となる画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると判定する。

【0258】図26は、領域特定部103の領域の判定の結果の例を示す図である。図26(A)において、カバードバックグラウンド領域に属すると判定された画素は、白で表示されている。図26(B)において、アンカバードバックグラウンド領域に属すると判定された画素は、白で表示されている。

【0259】図26(C)において、動き領域に属すると判定された画素は、白で表示されている。図26(D)において、静止領域に属すると判定された画素は、白で表示されている。

【0260】図27は、判定フラグ格納フレームメモリ206が出力する領域情報の内、混合領域を示す領域情報を画像として示す図である。図27において、カバードバックグラウンド領域またはアンカバードバックグラウンド領域に属すると判定された画素、すなわち混合領域に属すると判定された画素は、白で表示されている。判定フラグ格納フレームメモリ206が出力する混合領域を示す領域情報は、混合領域、および前景領域内のテクスチャの無い部分に囲まれたテクスチャの有る部分を示す。

【0261】次に、図28のフローチャートを参照して、領域特定部103の領域特定の処理を説明する。ステップS201において、フレームメモリ201は、判定の対象となるフレーム#nを含むフレーム#n-2乃至フレーム#n+2の画像を取得する。

【0262】ステップS202において、静動判定部202-3は、フレーム#n-1の画素とフレーム#nの同一位置の画素とで、静止か否かを判定し、静止と判定された場合、ステップS203に進み、静動判定部202-2は、フレーム#nの画素とフレーム#n+1の同一位置の画素とで、静止か否かを判定する。

【0263】ステップS203において、フレーム#nの画素とフレーム#n+1の同一位置の画素とで、静止と判定された場合、ステップS204に進み、領域判定部203-2は、領域の判定される画素に対応する静止領域判定フラグに、静止領域に属することを示す"1"を設定する。領域判定部203-2は、静止領域判定フラグを判定フラグ格納フレームメモリ204に供給し、手続きは、ステップS205に進む。

【0264】ステップS202において、フレーム#n-1の画素とフレーム#nの同一位置の画素とで、動きと判定された場合、または、ステップS203において、フレーム#nの画素とフレーム#n+1の同一位置の画素とで、動きと判定された場合、フレーム#nの画素が静止領域には属さないため、ステップS204の処理はスキップされ、手続きは、ステップS205に進む。

【0265】ステップS205において、静動判定部202-3は、フレーム#n-1の画素とフレーム#nの同一位置の画素とで、動きか否かを判定し、動きと判定された場合、ステップS206に進み、静動判定部202-2は、フレーム#nの画素とフレーム#n+1の同一位置の画素とで、動きか否かを判定する。

【0266】ステップS206において、フレーム#nの画素とフレーム#n+1の同一位置の画素とで、動きと判定された場合、ステップS207に進み、領域判定部203-2は、領域の判定される画素に対応する動き領域判

定フラグに、動き領域に属することを示す"1"を設定する。領域判定部203-2は、動き領域判定フラグを判定フラグ格納フレームメモリ204に供給し、手続きは、ステップS208に進む。

【0267】ステップS205において、フレーム#n-1の画素とフレーム#nの同一位置の画素とで、静止と判定された場合、または、ステップS206において、フレーム#nの画素とフレーム#n+1の同一位置の画素とで、静止と判定された場合、フレーム#nの画素が動き領域には属さないため、ステップS207の処理はスキップされ、手続きは、ステップS208に進む。

【0268】ステップS208において、静動判定部202-4は、フレーム#n-2の画素とフレーム#n-1の同一位置の画素とで、静止か否かを判定し、静止と判定された場合、ステップS209に進み、静動判定部202-3は、フレーム#n-1の画素とフレーム#nの同一位置の画素とで、動きか否かを判定する。

【0269】ステップS209において、フレーム#n-1の画素とフレーム#nの同一位置の画素とで、動きと判定された場合、ステップS210に進み、領域判定部203-3は、領域の判定される画素に対応するカバードバックグラウンド領域判定フラグに、カバードバックグラウンド領域に属することを示す"1"を設定する。領域判定部203-3は、カバードバックグラウンド領域判定フラグを判定フラグ格納フレームメモリ204に供給し、手続きは、ステップS211に進む。

【0270】ステップS208において、フレーム#n-2の画素とフレーム#n-1の同一位置の画素とで、動きと判定された場合、または、ステップS209において、フレーム#n-1の画素とフレーム#nの同一位置の画素とで、静止と判定された場合、フレーム#nの画素がカバードバックグラウンド領域には属さないため、ステップS210の処理はスキップされ、手続きは、ステップS211に進む。

【0271】ステップS211において、静動判定部202-2は、フレーム#nの画素とフレーム#n+1の同一位置の画素とで、動きか否かを判定し、動きと判定された場合、ステップS212に進み、静動判定部202-1は、フレーム#n+1の画素とフレーム#n+2の同一位置の画素とで、静止か否かを判定する。

【0272】ステップS212において、フレーム#n+1の画素とフレーム#n+2の同一位置の画素とで、静止と判定された場合、ステップS213に進み、領域判定部203-1は、領域の判定される画素に対応するアンカバードバックグラウンド領域判定フラグに、アンカバードバックグラウンド領域に属することを示す"1"を設定する。領域判定部203-1は、アンカバードバックグラウンド領域判定フラグを判定フラグ格納フレームメモリ204に供給し、手続きは、ステップS214に進む。

【0273】ステップS211において、フレーム# n の画素とフレーム# $n+1$ の同一位置の画素とで、静止と判定された場合、または、ステップS212において、フレーム# $n+1$ の画素とフレーム# $n+2$ の同一位置の画素とで、動きと判定された場合、フレーム# n の画素がアンカバードバックグラウンド領域には属さないのので、ステップS213の処理はスキップされ、手続きは、ステップS214に進む。

【0274】ステップS214において、領域特定部103は、フレーム# n の全ての画素について領域を特定したか否かを判定し、フレーム# n の全ての画素について領域を特定していないと判定された場合、手続きは、ステップS202に戻り、他の画素について、領域特定の処理を繰り返す。

【0275】ステップS214において、フレーム# n の全ての画素について領域を特定したと判定された場合、ステップS215に進み、合成部205は、判定フラグ格納フレームメモリ204に記憶されているアンカバードバックグラウンド領域判定フラグ、およびカバードバックグラウンド領域判定フラグを基に、混合領域を示す領域情報を生成し、更に、各画素が、アンカバードバックグラウンド領域、静止領域、動き領域、およびカバードバックグラウンド領域のいずれかに属することを示す領域情報を生成し、生成した領域情報を判定フラグ格納フレームメモリ206に設定し、処理は終了する。

【0276】このように、領域特定部103は、フレームに含まれている画素のそれぞれについて、動き領域、静止領域、アンカバードバックグラウンド領域、またはカバードバックグラウンド領域に属することを示す領域情報を生成することができる。

【0277】なお、領域特定部103は、アンカバードバックグラウンド領域およびカバードバックグラウンド領域に対応する領域情報に論理和を適用することにより、混合領域に対応する領域情報を生成して、フレームに含まれている画素のそれぞれについて、動き領域、静止領域、または混合領域に属することを示すフラグから成る領域情報を生成するようにしてもよい。

【0278】前景に対応するオブジェクトがテクスチャを有する場合、領域特定部103は、より正確に動き領域を特定することができる。

【0279】領域特定部103は、動き領域を示す領域情報を前景領域を示す領域情報として、また、静止領域を示す領域情報を背景領域を示す領域情報として出力することができる。

【0280】なお、背景に対応するオブジェクトが静止しているとして説明したが、背景領域に対応する画像が動きを含んでいても上述した領域を特定する処理を適用することができる。例えば、背景領域に対応する画像が一樣に動いているとき、領域特定部103は、この動きに対応して画像全体をシフトさせ、背景に対応するオブ

ジェクトが静止している場合と同様に処理する。また、背景領域に対応する画像が局所毎に異なる動きを含んでいるとき、領域特定部103は、動きに対応した画素を選択して、上述の処理を実行する。

【0281】図29は、領域特定部103の構成の他の例を示すブロック図である。図29に示す領域特定部103は、動きベクトルを使用しない。背景画像生成部301は、入力画像に対応する背景画像を生成し、生成した背景画像を2値オブジェクト画像抽出部302に供給する。背景画像生成部301は、例えば、入力画像に含まれる背景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトを抽出して、背景画像を生成する。

【0282】前景のオブジェクトに対応する画像の動き方向に隣接して1列に並ぶ画素の画素値を時間方向に展開したモデル図の例を図30に示す。例えば、前景のオブジェクトに対応する画像の動き方向が画面に対して水平であるとき、図30におけるモデル図は、1つのライン上の隣接する画素の画素値を時間方向に展開したモデルを示す。

【0283】図30において、フレーム# n におけるラインは、フレーム# $n-1$ およびフレーム# $n+1$ におけるラインと同一である。

【0284】フレーム# n において、左から6番目の画素乃至17番目の画素に含まれているオブジェクトに対応する前景の成分は、フレーム# $n-1$ において、左から2番目乃至13番目の画素に含まれ、フレーム# $n+1$ において、左から10番目乃至21番目の画素に含まれる。

【0285】フレーム# $n-1$ において、カバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から11番目乃至13番目の画素であり、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から2番目乃至4番目の画素である。フレーム# n において、カバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から15番目乃至17番目の画素であり、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から6番目乃至8番目の画素である。フレーム# $n+1$ において、カバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から19番目乃至21番目の画素であり、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素は、左から10番目乃至12番目の画素である。

【0286】フレーム# $n-1$ において、背景領域に属する画素は、左から1番目の画素、および左から14番目乃至21番目の画素である。フレーム# n において、背景領域に属する画素は、左から1番目乃至5番目の画素、および左から18番目乃至21番目の画素である。フレーム# $n+1$ において、背景領域に属する画素は、左から1番目乃至9番目の画素である。

【0287】背景画像生成部301が生成する、図30の例に対応する背景画像の例を図31に示す。背景画像は、背景のオブジェクトに対応する画素から構成され、前景のオブジェクトに対応する画像の成分を含まない。

【0288】2値オブジェクト画像抽出部302は、背景画像および入力画像の相関を基に、2値オブジェクト画像を生成し、生成した2値オブジェクト画像を時間変化検出部303に供給する。

【0289】図32は、2値オブジェクト画像抽出部302の構成を示すブロック図である。相関値演算部321は、背景画像生成部301から供給された背景画像および入力画像の相関を演算し、相関値を生成して、生成した相関値をしきい値処理部322に供給する。

$$\text{相関値} = \frac{\sum_{i=0}^g (X_i - \bar{X}) \sum_{i=0}^g (Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=0}^g (X_i - \bar{X})^2 \cdot \sum_{i=0}^g (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (4)$$

【0292】

※ ※ 【数3】

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=0}^g X_i}{9} \quad (5)$$

【0293】

★ ★ 【数4】

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=0}^g Y_i}{9} \quad (6)$$

【0294】相関値演算部321は、このように各画素に対応して算出された相関値をしきい値処理部322に供給する。

【0295】また、相関値演算部321は、例えば、図34(A)に示すように、 X_i を中心とした3×3の背景画像の中のブロックと、図34(B)に示すように、☆

* 【0290】相関値演算部321は、例えば、図33(A)に示すように、 X_i を中心とした3×3の背景画像の中のブロックと、図33(B)に示すように、背景画像の中のブロックに対応する Y_i を中心とした3×3の入力画像の中のブロックに、式(4)を適用して、 Y_i に対応する相関値を算出する。

【0291】

【数2】

☆背景画像の中のブロックに対応する Y_i を中心とした3×3の入力画像の中のブロックに、式(7)を適用して、 Y_i に対応する差分絶対値和を算出するようにしてもよい。

【0296】

【数5】

$$\text{差分絶対値和} = \sum_{i=0}^g |(X_i - Y_i)| \quad (7)$$

【0297】相関値演算部321は、このように算出された差分絶対値和を相関値として、しきい値処理部322に供給する。

【0298】しきい値処理部322は、相関画像の画素値としきい値 $th0$ とを比較して、相関値がしきい値 $th0$ 以下である場合、2値オブジェクト画像の画素値に1を設定し、相関値がしきい値 $th0$ より大きい場合、2値オブジェクト画像の画素値に0を設定して、0または1が画素値に設定された2値オブジェクト画像を出力する。しきい値処理部322は、しきい値 $th0$ を予め記憶するようにしてもよく、または、外部から入力されたしきい値 $th0$ を使用するようにしてもよい。

【0299】図35は、図30に示す入力画像のモデルに対応する2値オブジェクト画像の例を示す図である。2値オブジェクト画像において、背景画像と相関の高い画素には、画素値に0が設定される。

【0300】図36は、時間変化検出部303の構成を示すブロック図である。フレームメモリ341は、フレーム $\#n$ の画素について領域を判定するとき、2値オブジェクト画像抽出部302から供給された、フレーム $\#n$ -

1、フレーム $\#n$ 、およびフレーム $\#n+1$ の2値オブジェクト画像を記憶する。

【0301】領域判定部342は、フレームメモリ341に記憶されているフレーム $\#n-1$ 、フレーム $\#n$ 、およびフレーム $\#n+1$ の2値オブジェクト画像を基に、フレーム $\#n$ の各画素について領域を判定して、領域情報を生成し、生成した領域情報を出力する。

【0302】図37は、領域判定部342の判定を説明する図である。フレーム $\#n$ の2値オブジェクト画像の注目している画素が0であるとき、領域判定部342は、フレーム $\#n$ の注目している画素が背景領域に属すると判定する。

【0303】フレーム $\#n$ の2値オブジェクト画像の注目している画素が1であり、フレーム $\#n-1$ の2値オブジェクト画像の対応する画素が1であり、フレーム $\#n+1$ の2値オブジェクト画像の対応する画素が1であるとき、領域判定部342は、フレーム $\#n$ の注目している画素が前景領域に属すると判定する。

【0304】フレーム $\#n$ の2値オブジェクト画像の注目している画素が1であり、フレーム $\#n-1$ の2値オブジェ

クト画像の対応する画素が0であるとき、領域判定部342は、フレーム#nの注目している画素がカバードバックグラウンド領域に属すると判定する。

【0305】フレーム#nの2値オブジェクト画像の注目している画素が1であり、フレーム#n+1の2値オブジェクト画像の対応する画素が0であるとき、領域判定部342は、フレーム#nの注目している画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると判定する。

【0306】図38は、図30に示す入力画像のモデルに対応する2値オブジェクト画像について、時間変化検出部303の判定した例を示す図である。時間変化検出部303は、2値オブジェクト画像のフレーム#nの対応する画素が0なので、フレーム#nの左から1番目乃至5番目の画素を背景領域に属すると判定する。

【0307】時間変化検出部303は、2値オブジェクト画像のフレーム#nの画素が1であり、フレーム#n+1の対応する画素が0なので、左から6番目乃至9番目の画素をアンカバードバックグラウンド領域に属すると判定する。

【0308】時間変化検出部303は、2値オブジェクト画像のフレーム#nの画素が1であり、フレーム#n-1の対応する画素が1であり、フレーム#n+1の対応する画素が1なので、左から10番目乃至13番目の画素を前景領域に属すると判定する。

【0309】時間変化検出部303は、2値オブジェクト画像のフレーム#nの画素が1であり、フレーム#n-1の対応する画素が0なので、左から14番目乃至17番目の画素をカバードバックグラウンド領域に属すると判定する。

【0310】時間変化検出部303は、2値オブジェクト画像のフレーム#nの対応する画素が0なので、左から18番目乃至21番目の画素を背景領域に属すると判定する。

【0311】次に、図39のフローチャートを参照して、領域判定部103の領域特定の処理を説明する。ステップS301において、領域判定部103の背景画像生成部301は、入力画像を基に、例えば、入力画像に含まれる背景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトを抽出して背景画像を生成し、生成した背景画像を2値オブジェクト画像抽出部302に供給する。

【0312】ステップS302において、2値オブジェクト画像抽出部302は、例えば、図33を参照して説明した演算により、入力画像と背景画像生成部301から供給された背景画像との相関値を演算する。ステップS303において、2値オブジェクト画像抽出部302は、例えば、相関値としきい値th0とを比較することにより、相関値およびしきい値th0から2値オブジェクト画像を演算する。

【0313】ステップS304において、時間変化検出部303は、領域判定の処理を実行して、処理は終了す

る。

【0314】図40のフローチャートを参照して、ステップS304に対応する領域判定の処理の詳細を説明する。ステップS321において、時間変化検出部303の領域判定部342は、フレームメモリ341に記憶されているフレーム#nにおいて、注目する画素が0であるか否かを判定し、フレーム#nにおいて、注目する画素が0であると判定された場合、ステップS322に進み、フレーム#nの注目する画素が背景領域に属すると設定して、処理は終了する。

【0315】ステップS321において、フレーム#nにおいて、注目する画素が1であると判定された場合、ステップS323に進み、時間変化検出部303の領域判定部342は、フレームメモリ341に記憶されているフレーム#nにおいて、注目する画素が1であり、かつ、フレーム#n-1において、対応する画素が0であるか否かを判定し、フレーム#nにおいて、注目する画素が1であり、かつ、フレーム#n-1において、対応する画素が0であると判定された場合、ステップS324に進み、フレーム#nの注目する画素がカバードバックグラウンド領域に属すると設定して、処理は終了する。

【0316】ステップS323において、フレーム#nにおいて、注目する画素が0であるか、または、フレーム#n-1において、対応する画素が1であると判定された場合、ステップS325に進み、時間変化検出部303の領域判定部342は、フレームメモリ341に記憶されているフレーム#nにおいて、注目する画素が1であり、かつ、フレーム#n+1において、対応する画素が0であるか否かを判定し、フレーム#nにおいて、注目する画素が1であり、かつ、フレーム#n+1において、対応する画素が0であると判定された場合、ステップS326に進み、フレーム#nの注目する画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると設定して、処理は終了する。

【0317】ステップS325において、フレーム#nにおいて、注目する画素が0であるか、または、フレーム#n+1において、対応する画素が1であると判定された場合、ステップS327に進み、時間変化検出部303の領域判定部342は、フレーム#nの注目する画素を前景領域と設定して、処理は終了する。

【0318】このように、領域特定部103は、入力された画像と対応する背景画像との相関値を基に、入力画像の画素が前景領域、背景領域、カバードバックグラウンド領域、およびアンカバードバックグラウンド領域のいずれかに属するかを特定して、特定した結果に対応する領域情報を生成することができる。

【0319】図41は、領域特定部103の他の構成を示すブロック図である。図41に示す領域特定部103は、動き検出部102から供給される動きベクトルとその位置情報を使用する。図29に示す場合と同様の部分には、同一の番号を付してあり、その説明は省略する。

【0320】ロバスト化部361は、2値オブジェクト画像抽出部302から供給された、N個のフレームの2値オブジェクト画像を基に、ロバスト化された2値オブジェクト画像を生成して、時間変化検出部303に出力する。

【0321】図42は、ロバスト化部361の構成を説明するブロック図である。動き補償部381は、動き検出部102から供給された動きベクトルとその位置情報を基に、N個のフレームの2値オブジェクト画像の動きを補償して、動きが補償された2値オブジェクト画像をスイッチ382に出力する。

【0322】図43および図44の例を参照して、動き補償部381の動き補償について説明する。例えば、フレーム#nの領域を判定するとき、図43に例を示すフレーム#n-1、フレーム#n、およびフレーム#n+1の2値オブジェクト画像が入力された場合、動き補償部381は、動き検出部102から供給された動きベクトルを基に、図44に例を示すように、フレーム#n-1の2値オブジェクト画像、およびフレーム#n+1の2値オブジェクト画像を動き補償して、動き補償された2値オブジェクト画像をスイッチ382に供給する。

【0323】スイッチ382は、1番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像をフレームメモリ383-1に出力し、2番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像をフレームメモリ383-2に出力する。同様に、スイッチ382は、3番目乃至N-1番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像のそれぞれをフレームメモリ383-3乃至フレームメモリ383-(N-1)のいずれかに出力し、N番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像をフレームメモリ383-Nに出力する。

【0324】フレームメモリ383-1は、1番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像を記憶し、記憶されている2値オブジェクト画像を重み付け部384-1に出力する。フレームメモリ383-2は、2番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像を記憶し、記憶されている2値オブジェクト画像を重み付け部384-2に出力する。

【0325】同様に、フレームメモリ383-3乃至フレームメモリ383-(N-1)のそれぞれは、3番目のフレーム乃至N-1番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像のいずれかを記憶し、記憶されている2値オブジェクト画像を重み付け部384-3乃至重み付け部384-(N-1)のいずれかに出力する。フレームメモリ383-Nは、N番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像を記憶し、記憶されている2値オブジェクト画像を重み付け部384-Nに出力する。

【0326】重み付け部384-1は、フレームメモリ383-1から供給された1番目のフレームの動き補償

された2値オブジェクト画像の画素値に予め定めた重み w_1 を乗じて、積算部385に供給する。重み付け部384-2は、フレームメモリ383-2から供給された2番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像の画素値に予め定めた重み w_2 を乗じて、積算部385に供給する。

【0327】同様に、重み付け部384-3乃至重み付け部384-(N-1)のそれぞれは、フレームメモリ383-3乃至フレームメモリ383-(N-1)のいずれかから供給された3番目乃至N-1番目のいずれかのフレームの動き補償された2値オブジェクト画像の画素値に予め定めた重み w_3 乃至重み $w_{(N-1)}$ のいずれかを乗じて、積算部385に供給する。重み付け部384-Nは、フレームメモリ383-Nから供給されたN番目のフレームの動き補償された2値オブジェクト画像の画素値に予め定めた重み w_N を乗じて、積算部385に供給する。

【0328】積算部385は、1乃至N番目のフレームの動き補償され、それぞれ重み w_1 乃至 w_N のいずれかが乗じられた、2値オブジェクト画像の対応する画素値を積算して、積算された画素値を予め定めたしきい値 th_0 と比較することにより2値オブジェクト画像を生成する。

【0329】このように、ロバスト化部361は、N個の2値オブジェクト画像からロバスト化された2値オブジェクト画像を生成して、時間変化検出部303に供給するので、図41に構成を示す領域特定部103は、入力画像にノイズが含まれていても、図29に示す場合に比較して、より正確に領域を特定することができる。

【0330】次に、図41に構成を示す領域特定部103の領域特定の処理について、図45のフローチャートを参照して説明する。ステップS341乃至ステップS343の処理は、図39のフローチャートで説明したステップS301乃至ステップS303とそれぞれ同様なのでその説明は省略する。

【0331】ステップS344において、ロバスト化部361は、ロバスト化の処理を実行する。

【0332】ステップS345において、時間変化検出部303は、領域判定の処理を実行して、処理は終了する。ステップS345の処理の詳細は、図40のフローチャートを参照して説明した処理と同様なのでその説明は省略する。

【0333】次に、図46のフローチャートを参照して、図45のステップS344の処理に対応する、ロバスト化の処理の詳細について説明する。ステップS361において、動き補償部381は、動き検出部102から供給される動きベクトルとその位置情報を基に、入力された2値オブジェクト画像の動き補償の処理を実行する。ステップS362において、フレームメモリ383-1乃至383-Nのいずれかは、スイッチ382を介して供給された動き補償された2値オブジェクト画像を

記憶する。

【0334】ステップS363において、ロバスト化部361は、N個の2値オブジェクト画像が記憶されたか否かを判定し、N個の2値オブジェクト画像が記憶されていないと判定された場合、ステップS361に戻り、2値オブジェクト画像の動き補償の処理および2値オブジェクト画像の記憶の処理を繰り返す。

【0335】ステップS363において、N個の2値オブジェクト画像が記憶された場合、ステップS364に進み、重み付け部384-1乃至384-Nのそれぞれは、N個の2値オブジェクト画像のそれぞれに w_1 乃至 w_N のいずれかの重みを乗じて、重み付けする。

【0336】ステップS365において、積算部385は、重み付けされたN個の2値オブジェクト画像を積算する。

【0337】ステップS366において、積算部385は、例えば、予め定められたしきい値 th_1 との比較などにより、積算された画像から2値オブジェクト画像を生成して、処理は終了する。

【0338】このように、図41に構成を示す領域特定部103は、ロバスト化された2値オブジェクト画像を基に、領域情報を生成することができる。

【0339】以上のように、領域特定部103は、フレームに含まれている画素のそれぞれについて、動き領域、静止領域、アンカバードバックグラウンド領域、またはカバーバックグラウンド領域に属することを示す領域情報を生成することができる。

【0340】図47は、混合比算出部104の構成の一例を示すブロック図である。推定混合比処理部401は、入力画像を基に、カバーバックグラウンド領域のモデルに対応する演算により、画素毎に推定混合比を算*

$$\begin{aligned} C06 &= B06/v + B06/v + F01/v + F02/v \\ &= P06/v + P06/v + F01/v + F02/v \\ &= 2/v \cdot P06 + \sum_{i=1}^2 F_i/v \end{aligned} \quad (8)$$

【0349】式(8)において、画素値C06を混合領域の画素の画素値Mと、画素値P06を背景領域の画素の画素値Bと表現する。すなわち、混合領域の画素の画素値Mおよび背景領域の画素の画素値Bは、それぞれ、式(9)および式(10)のように表現することができる。

【0350】

$M=C06$

(9)

$B=P06$

(10)

【0351】式(8)中の $2/v$ は、混合比 α に対応する。動き量 v が4なので、フレーム $\#n$ の左から7番目の画素の混合比 α は、0.5となる。

【0352】以上のように、注目しているフレーム $\#n$ の画素値Cを混合領域の画素値と見なし、フレーム $\#n$ の前のフレーム $\#n-1$ の画素値Pを背景領域の画素値と見なす

*出して、算出した推定混合比を混合比決定部403に供給する。

【0341】推定混合比処理部402は、入力画像を基に、アンカバードバックグラウンド領域のモデルに対応する演算により、画素毎に推定混合比を算出して、算出した推定混合比を混合比決定部403に供給する。

【0342】前景に対応するオブジェクトがシャッター時間内に等速で動いていると仮定できるので、混合領域に属する画素の混合比 α は、以下の性質を有する。すなわち、混合比 α は、画素の位置の変化に対応して、直線的に変化する。画素の位置の変化を1次元とすれば、混合比 α の変化は、直線で表現することができ、画素の位置の変化を2次元とすれば、混合比 α の変化は、平面で表現することができる。

【0343】なお、1フレームの期間は短いので、前景に対応するオブジェクトが剛体であり、等速で移動していると仮定が成り立つ。

【0344】この場合、混合比 α の傾きは、前景のシャッター時間内での動き量 v の逆比となる。

【0345】理想的な混合比 α の例を図48に示す。理想的な混合比 α の混合領域における傾き γ は、動き量 v の逆数として表すことができる。

【0346】図48に示すように、理想的な混合比 α は、背景領域において、1の値を有し、前景領域において、0の値を有し、混合領域において、0を越え1未満の値を有する。

【0347】図49の例において、フレーム $\#n$ の左から7番目の画素の画素値C06は、フレーム $\#n-1$ の左から7番目の画素の画素値P06を用いて、式(8)で表すことができる。

【0348】

【数6】

ことで、混合比 α を示す式(3)は、式(11)のように書き換えられる。

【0353】

$$C = \alpha \cdot P + f \quad (11)$$

式(11)の f は、注目している画素に含まれる前景の成分の和 $\sum_i F_i/v$ である。式(11)に含まれる変数は、混合比 α および前景の成分の和 f の2つである。

【0354】同様に、アンカバードバックグラウンド領域における、動き量 v が4であり、時間方向の仮想分割数が4である、画素値を時間方向に展開したモデルを図50に示す。

【0355】アンカバードバックグラウンド領域において、上述したカバーバックグラウンド領域における表現と同様に、注目しているフレーム $\#n$ の画素値Cを混合

領域の画素値と見なし、フレーム#nの後のフレーム#n+1の画素値Nを背景領域の画素値と見なすことで、混合比 α を示す式(3)は、式(12)のように表現することができる。

【0356】

$$C = \alpha \cdot N + f \quad (12)$$

【0357】なお、背景のオブジェクトが静止しているとして説明したが、背景のオブジェクトが動いている場合においても、背景の動き量 v に対応させた位置の画素の画素値を利用することにより、式(8)乃至式(12)を適用することができる。例えば、図49において、背景に対応するオブジェクトの動き量 v が2であり、仮想分割数が2であるとき、背景に対応するオブジ

$$Mc = \frac{2}{v} \cdot B06 + \sum_{i=7}^{12} Fi/v \quad (13)$$

式(13)の右辺第1項の $2/v$ は、混合比 α に相当する。式(13)の右辺第2項は、後のフレーム#n+1の画素値を利用して、式(14)のように表すこととする。*

$$\sum_{i=7}^{12} Fi/v = \beta \cdot \sum_{i=7}^{12} Fi/v \quad (14)$$

【0363】ここで、前景の成分の空間相関を利用し、式(15)が成立するとする。★

$$F=F05=F06=F07=F08=F09=F10=F11=F12 \quad (15)$$

式(14)は、式(15)を利用して、式(16)のよう★に置き換えることができる。☆【0365】

$$\begin{aligned} \sum_{i=7}^{12} Fi/v &= \frac{2}{v} \cdot F \\ &= \beta \cdot \frac{4}{v} \cdot F \end{aligned} \quad (16)$$

【0366】結果として、 β は、式(17)で表すこと★30◆【0369】

ができる。

【0367】

$$\beta = 2/4 \quad (17)$$

【0368】一般的に、式(15)に示すように混合領域に關係する前景の成分が等しいと仮定すると、混合領域の全ての画素について、内分比の關係から式(18)が成立する。◆

$$\begin{aligned} C &= \alpha \cdot P + f \\ &= \alpha \cdot P + (1-\alpha) \cdot \sum_{i=7}^{7+v-1} Fi/v \\ &= \alpha \cdot P + (1-\alpha) \cdot N \end{aligned} \quad (19)$$

【0372】同様に、式(18)が成立するとすれば、式(12)は、式(20)に示すように展開することができる。*

$$\begin{aligned} C &= \alpha \cdot N + f \\ &= \alpha \cdot N + (1-\alpha) \cdot \sum_{i=7}^{7+v-1} Fi/v \\ &= \alpha \cdot N + (1-\alpha) \cdot P \end{aligned} \quad (20)$$

* オブジェクトが図中の右側に動いているとき、式(10)における背景領域の画素の画素値Bは、画素値P04とされる。

【0358】式(11)および式(12)は、それぞれ2つの変数を含むので、そのままでは混合比 α を求めることができない。ここで、画像は一般的に空間的に相関が強いので近接する画素同士ではほぼ同じ画素値となる。

【0359】そこで、前景成分は、空間的に相関が強いので、前景の成分の和 f を前または後のフレームから導き出せるように式を変形して、混合比 α を求める。

【0360】図51のフレーム#nの左から7番目の画素の画素値 Mc は、式(13)で表すことができる。

【0361】

【数7】

※【0362】

【数8】

★【0364】

★

☆【0365】

☆

【数9】

$\beta = 1 - \alpha$

(18)

【0370】式(18)が成立するとすれば、式(11)は、式(19)に示すように展開することができる。

【0371】

【数10】

*【0373】

【数11】

*

【0374】式(19)および式(20)において、 C 、 N 、および P は、既知の画素値なので、式(19)および式(20)に含まれる変数は、混合比 α のみである。式(19)および式(20)における、 C 、 N 、および P の関係を図52に示す。 C は、混合比 α を算出する、フレーム $\#n$ の注目している画素の画素値である。 N は、注目している画素と空間方向の位置が対応する、フレーム $\#n+1$ の画素の画素値である。 P は、注目している画素と空間方向の位置が対応する、フレーム $\#n-1$ の画素の画素値である。

【0375】従って、式(19)および式(20)のそれぞれに1つの変数が含まれることとなるので、3つのフレームの画素の画素値を利用して、混合比 α を算出す*

$$\alpha = (C - N) / (P - N)$$

$$\alpha = (C - P) / (N - P)$$

【0378】図53は、推定混合比処理部401の構成を示すブロック図である。フレームメモリ421は、入力された画像をフレーム単位で記憶し、入力画像として入力されているフレームから1つ後のフレームをフレームメモリ422および混合比演算部423に供給する。

【0379】フレームメモリ422は、入力された画像をフレーム単位で記憶し、フレームメモリ421から供給されているフレームから1つ後のフレームを混合比演算部423に供給する。

【0380】従って、入力画像としてフレーム $\#n+1$ が混合比演算部423に入力されているとき、フレームメモリ421は、フレーム $\#n$ を混合比演算部423に供給し、フレームメモリ422は、フレーム $\#n-1$ を混合比演算部423に供給する。

【0381】混合比演算部423は、式(21)に示す演算により、フレーム $\#n$ の注目している画素の画素値 C 、注目している画素と空間的位置が対応する、フレーム $\#n+1$ の画素の画素値 N 、および注目している画素と空間的位置が対応する、フレーム $\#n-1$ の画素の画素値 P を基に、注目している画素の推定混合比を算出して、算出した推定混合比を出力する。例えば、背景が静止しているとき、混合比演算部423は、フレーム $\#n$ の注目している画素の画素値 C 、注目している画素とフレーム内の位置が同じ、フレーム $\#n+1$ の画素の画素値 N 、および注目している画素とフレーム内の位置が同じ、フレーム $\#n-1$ の画素の画素値 P を基に、注目している画素の推定混合比を算出して、算出した推定混合比を出力する。

【0382】このように、推定混合比処理部401は、入力画像を基に、推定混合比を算出して、混合比決定部403に供給することができる。

【0383】なお、推定混合比処理部402は、推定混合比処理部401が式(21)に示す演算により、注目している画素の推定混合比を算出するのに対して、式(22)に示す演算により、注目している画素の推定混合比を算出する部分が異なることを除き、推定混合比処

＊ることができる。式(19)および式(20)を解くことにより、正しい混合比 α が算出されるための条件は、混合領域に属する前景の成分が等しい、すなわち、前景のオブジェクトが静止しているとき撮像された前景の画像オブジェクトにおいて、前景のオブジェクトの動きの方向に対応する、画像オブジェクトの境界に位置する画素であって、動き量 v の2倍の数の連続している画素の画素値が、一定であることである。

【0376】以上のように、カバードバックグラウンド領域に属する画素の混合比 α は、式(21)により算出され、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素の混合比 α は、式(22)により算出される。

【0377】

$$(21)$$

$$(22)$$

理部401と同様なので、その説明は省略する。

【0384】図54は、推定混合比処理部401により算出された推定混合比の例を示す図である。図54に示す推定混合比は、等速で動いているオブジェクトに対応する前景の動き量 v が11である場合の結果を、1ラインに対して示すものである。

【0385】推定混合比は、混合領域において、図48に示すように、ほぼ直線的に変化していることがわかる。

【0386】図47に戻り、混合比決定部403は、領域特定部103から供給された、混合比 α の算出の対象となる画素が、前景領域、背景領域、カバードバックグラウンド領域、またはアンカバードバックグラウンド領域のいずれかに属するかを示す領域情報を基に、混合比 α を設定する。混合比決定部403は、対象となる画素が前景領域に属する場合、0を混合比 α に設定し、対象となる画素が背景領域に属する場合、1を混合比 α に設定し、対象となる画素がカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部401から供給された推定混合比を混合比 α に設定し、対象となる画素がアンカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部402から供給された推定混合比を混合比 α に設定する。混合比決定部403は、領域情報を基に設定した混合比 α を出力する。

【0387】図55は、混合比算出部104の他の構成を示すブロック図である。選択部441は、領域特定部103から供給された領域情報を基に、カバードバックグラウンド領域に属する画素および、これに対応する前および後のフレームの画素を推定混合比処理部442に供給する。選択部441は、領域特定部103から供給された領域情報を基に、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素および、これに対応する前および後のフレームの画素を推定混合比処理部443に供給する。

【0388】推定混合比処理部442は、選択部441から入力された画素値を基に、式(21)に示す演算に

より、カバードバックグラウンド領域に属する、注目している画素の推定混合比を算出して、算出した推定混合比を選択部 444 に供給する。

【0389】推定混合比処理部 443 は、選択部 441 から入力された画素値を基に、式 (22) に示す演算により、アンカバードバックグラウンド領域に属する、注目している画素の推定混合比を算出して、算出した推定混合比を選択部 444 に供給する。

【0390】選択部 444 は、領域特定部 103 から供給された領域情報を基に、対象となる画素が前景領域に属する場合、0 である推定混合比を選択して、混合比 α に設定し、対象となる画素が背景領域に属する場合、1 である推定混合比を選択して、混合比 α に設定する。選択部 444 は、対象となる画素がカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部 442 から供給された推定混合比を選択して混合比 α に設定し、対象となる画素がアンカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部 443 から供給された推定混合比を選択して混合比 α に設定する。選択部 444 は、領域情報を基に選択して設定した混合比 α を出力する。

【0391】このように、図 55 に示す他の構成を有する混合比算出部 104 は、画像に含まれる画素毎に混合比 α を算出して、算出した混合比 α を出力することができる。

【0392】図 56 のフローチャートを参照して、図 47 に構成を示す混合比算出部 104 の混合比 α の算出の処理を説明する。ステップ S401 において、混合比算出部 104 は、領域特定部 103 から供給された領域情報を取得する。ステップ S402 において、推定混合比処理部 401 は、カバードバックグラウンド領域に対応するモデルにより推定混合比の演算の処理を実行し、算出した推定混合比を混合比決定部 403 に供給する。混合比推定の演算の処理の詳細は、図 57 のフローチャートを参照して、後述する。

【0393】ステップ S403 において、推定混合比処理部 402 は、アンカバードバックグラウンド領域に対応するモデルにより推定混合比の演算の処理を実行し、算出した推定混合比を混合比決定部 403 に供給する。

【0394】ステップ S404 において、混合比算出部 104 は、フレーム全体について、混合比 α を推定したか否かを判定し、フレーム全体について、混合比 α を推定していないと判定された場合、ステップ S402 に戻り、次の画素について混合比 α を推定する処理を実行する。

【0395】ステップ S404 において、フレーム全体について、混合比 α を推定したと判定された場合、ステップ S405 に進み、混合比決定部 403 は、画素が、前景領域、背景領域、カバードバックグラウンド領域、またはアンカバードバックグラウンド領域のいずれかに属するかを示す、領域特定部 103 から供給された領域

情報を基に、混合比 α を設定する。混合比決定部 403 は、対象となる画素が前景領域に属する場合、0 を混合比 α に設定し、対象となる画素が背景領域に属する場合、1 を混合比 α に設定し、対象となる画素がカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部 401 から供給された推定混合比を混合比 α に設定し、対象となる画素がアンカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部 402 から供給された推定混合比を混合比 α に設定し、処理は終了する。

【0396】このように、混合比算出部 104 は、領域特定部 103 から供給された領域情報、および入力画像を基に、各画素に対応する特徴量である混合比 α を算出することができる。

【0397】図 55 に構成を示す混合比算出部 104 の混合比 α の算出の処理は、図 56 のフローチャートで説明した処理と同様なので、その説明は省略する。

【0398】次に、図 56 のステップ S402 に対応する、カバードバックグラウンド領域に対応するモデルによる混合比推定の処理を図 57 のフローチャートを参照して説明する。

【0399】ステップ S421 において、混合比演算部 423 は、フレームメモリ 421 から、フレーム #n の注目画素の画素値 C を取得する。

【0400】ステップ S422 において、混合比演算部 423 は、フレームメモリ 422 から、注目画素に対応する、フレーム #n-1 の画素の画素値 P を取得する。

【0401】ステップ S423 において、混合比演算部 423 は、入力画像に含まれる注目画素に対応する、フレーム #n+1 の画素の画素値 N を取得する。

【0402】ステップ S424 において、混合比演算部 423 は、フレーム #n の注目画素の画素値 C、フレーム #n-1 の画素の画素値 P、およびフレーム #n+1 の画素の画素値 N を基に、推定混合比を演算する。

【0403】ステップ S425 において、混合比演算部 423 は、フレーム全体について、推定混合比を演算する処理を終了したか否かを判定し、フレーム全体について、推定混合比を演算する処理を終了していないと判定された場合、ステップ S421 に戻り、次の画素について推定混合比を算出する処理を繰り返す。

【0404】ステップ S425 において、フレーム全体について、推定混合比を演算する処理を終了したと判定された場合、処理は終了する。

【0405】このように、推定混合比処理部 401 は、入力画像を基に、推定混合比を演算することができる。

【0406】図 56 のステップ S403 におけるアンカバードバックグラウンド領域に対応するモデルによる混合比推定の処理は、アンカバードバックグラウンド領域のモデルに対応する式を利用した、図 57 のフローチャートに示す処理と同様なので、その説明は省略する。

【0407】なお、図 55 に示す推定混合比処理部 44

2および推定混合比処理部443は、図57に示すフローチャートと同様の処理を実行して推定混合比を演算するので、その説明は省略する。

【0408】また、背景に対応するオブジェクトが静止しているとして説明したが、背景領域に対応する画像が動きを含んでいても上述した混合比 α を求める処理を適用することができる。例えば、背景領域に対応する画像が一様に動いているとき、推定混合比処理部401は、背景の動きに対応して画像全体をシフトさせ、背景に対応するオブジェクトが静止している場合と同様に処理する。また、背景領域に対応する画像が局所毎に異なる背景の動きを含んでいるとき、推定混合比処理部401は、混合領域に属する画素に対応する画素として、背景の動きに対応した画素を選択して、上述の処理を実行する。

【0409】また、混合比算出部104は、全ての画素について、カバードバックグラウンド領域に対応するモデルによる混合比推定の処理のみを実行して、算出された推定混合比を混合比 α として出力するようにしてもよい。この場合において、混合比 α は、カバードバックグラウンド領域に属する画素について、背景の成分の割合を示し、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素について、前景の成分の割合を示す。アンカバードバックグラウンド領域に属する画素について、このように算出された混合比 α と1との差分の絶対値を算出して、算出した絶対値を混合比 α に設定すれば、信号処理装置は、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素について、背景の成分の割合を示す混合比 α を求めることができる。

【0410】なお、同様に、混合比算出部104は、全ての画素について、アンカバードバックグラウンド領域に対応するモデルによる混合比推定の処理のみを実行して、算出された推定混合比を混合比 α として出力するようにしてもよい。

【0411】次に、混合比算出部104の他の処理について説明する。

【0412】シャッタ時間内において、前景に対応するオブジェクトが等速で動くことによる、画素の位置の変化に対応して、混合比 α が直線的に変化する性質を利用して、空間方向に、混合比 α と前景の成分の和 f とを近似した式を立てることができる。混合領域に属する画素の画素値および背景領域に属する画素の画素値の組の複数を利用して、混合比 α と前景の成分の和 f とを近似した式を解くことにより、混合比 α を算出する。

*【0413】混合比 α の変化を、直線として近似すると、混合比 α は、式(23)で表される。

【0414】

$$\alpha = i1 + p \quad (23)$$

式(23)において、 i は、注目している画素の位置を0とした空間方向のインデックスである。 1 は、混合比 α の直線の傾きである。 p は、混合比 α の直線の切片である共に、注目している画素の混合比 α である。式(23)において、インデックス i は、既知であるが、傾き 1 および切片 p は、未知である。

【0415】インデックス i 、傾き 1 、および切片 p の関係を図58に示す。

【0416】混合比 α を式(23)のように近似することにより、複数の画素に対して複数の異なる混合比 α は、2つの変数で表現される。図58に示す例において、5つの画素に対する5つの混合比は、2つの変数である傾き 1 および切片 p により表現される。

【0417】図59に示す平面で混合比 α を近似すると、画像の水平方向および垂直方向の2つの方向に対応する動き v を考慮したとき、式(23)を平面に拡張して、混合比 α は、式(24)で表される。

$$\alpha = jm + kq + p \quad (24)$$

式(24)において、 j は、注目している画素の位置を0とした水平方向のインデックスであり、 k は、垂直方向のインデックスである。 m は、混合比 α の面の水平方向の傾きであり、 q は、混合比 α の面の垂直方向の傾きである。 p は、混合比 α の面の切片である。

【0419】例えば、図49に示すフレーム n において、C05乃至C07について、それぞれ、式(25)乃至式(27)が成立する。

【0420】

$$C05 = \alpha 05 \cdot B05 / v + f05 \quad (25)$$

$$C06 = \alpha 06 \cdot B06 / v + f06 \quad (26)$$

$$C07 = \alpha 07 \cdot B07 / v + f07 \quad (27)$$

【0421】前景の成分が近傍で一致する、すなわち、F01乃至F03が等しいとして、F01乃至F03を F_c に置き換えると式(28)が成立する。

【0422】

$$f(x) = (1 - \alpha(x)) \cdot F_c \quad (28) \text{ 式(28)}$$

8)において、 x は、空間方向の位置を表す。

【0423】 $\alpha(x)$ を式(24)で置き換えると、式(28)は、式(29)として表すことができる。

【0424】

【0425】式(29)において、 $(-m \cdot F_c)$ 、 $(-q \cdot F_c)$ 、および $(1-p) \cdot F_c$ は、式(30)乃至式(32)に示すように置き換えられている。

$$s = -m \cdot F_c \quad (30)$$

$$t = -q \cdot F_c \quad (31)$$

$$f(x) = (1 - (jm + kq + p)) \cdot F_c$$

$$= j \cdot (-m \cdot F_c) + k \cdot (-q \cdot F_c) + ((1-p) \cdot F_c)$$

$$= js + kt + u$$

$$(29)$$

【0425】式(29)において、 $(-m \cdot F_c)$ 、 $(-q \cdot F_c)$ 、および $(1-p) \cdot F_c$ は、式(30)乃至式(32)に示すように置き換えられている。

$$u=(1-p) \cdot Fc \quad (32)$$

【0427】式(29)において、jは、注目している画素の位置を0とした水平方向のインデックスであり、kは、垂直方向のインデックスである。

【0428】このように、前景に対応するオブジェクトがシャッター時間内において等速に移動し、前景に対応する成分が近傍において一定であるという仮定が成立するので、前景の成分の和は、式(29)で近似される。

【0429】なお、混合比 α を直線で近似する場合、前景の成分の和は、式(33)で表すことができる。

$$f(x)=is+u \quad (33)$$

【0431】式(13)の混合比 α および前景成分の和を、式(24)および式(29)を利用して置き換えると、画素値Mは、式(34)で表される。

【0432】

$$M_{1,-1}=(-1) \cdot B_{1,-1} \cdot m+(-1) \cdot B_{1,-1} \cdot q+B_{1,-1} \cdot p+(-1) \cdot s+(-1) \cdot t+u \quad (35)$$

$$M_{0,-1}=(0) \cdot B_{0,-1} \cdot m+(-1) \cdot B_{0,-1} \cdot q+B_{0,-1} \cdot p+(0) \cdot s+(-1) \cdot t+u \quad (36)$$

$$M_{1,0}=(-1) \cdot B_{1,0} \cdot m+(-1) \cdot B_{1,0} \cdot q+B_{1,0} \cdot p+(-1) \cdot s+(-1) \cdot t+u \quad (37)$$

$$M_{1,0}=(-1) \cdot B_{1,0} \cdot m+(0) \cdot B_{1,0} \cdot q+B_{1,0} \cdot p+(-1) \cdot s+(0) \cdot t+u \quad (38)$$

$$M_{0,0}=(0) \cdot B_{0,0} \cdot m+(0) \cdot B_{0,0} \cdot q+B_{0,0} \cdot p+(0) \cdot s+(0) \cdot t+u \quad (39)$$

$$M_{1,0}=(-1) \cdot B_{1,0} \cdot m+(0) \cdot B_{1,0} \cdot q+B_{1,0} \cdot p+(-1) \cdot s+(0) \cdot t+u \quad (40)$$

$$M_{1,1}=(-1) \cdot B_{1,1} \cdot m+(-1) \cdot B_{1,1} \cdot q+B_{1,1} \cdot p+(-1) \cdot s+(-1) \cdot t+u \quad (41)$$

$$M_{0,1}=(0) \cdot B_{0,1} \cdot m+(-1) \cdot B_{0,1} \cdot q+B_{0,1} \cdot p+(0) \cdot s+(-1) \cdot t+u \quad (42)$$

$$M_{1,1}=(-1) \cdot B_{1,1} \cdot m+(-1) \cdot B_{1,1} \cdot q+B_{1,1} \cdot p+(-1) \cdot s+(-1) \cdot t+u \quad (43)$$

【0437】注目している画素の水平方向のインデックスjが0であり、垂直方向のインデックスkが0であるので、注目している画素の混合比 α は、式(24)より、j=0およびk=0のときの値、すなわち、切片pに等しい。

【0438】従って、式(35)乃至式(43)の9つの式を基に、最小自乗法により、水平方向の傾きm、垂直方向の傾きq、切片p、s、t、およびuのそれぞれの値を算出し、切片pを混合比 α として出力すればよい。

【0439】次に、最小自乗法を適用して混合比 α を算出するより具体的な手順を説明する。

【0440】インデックスiおよびインデックスkを1つのインデックスxで表現すると、インデックスi、インデ

$$M_x = \sum_{y=0}^5 a_y \cdot w_y + e_x$$

式(45)において、xは、0乃至8の整数のいずれかの値である。

【0444】式(45)から、式(46)を導くことが

$$* M=(jm+kq+p) \cdot B+js+kt+u$$

$$=jB \cdot m+kB \cdot q+B \cdot p+j \cdot s+k \cdot t+u \quad (34)$$

【0433】式(34)において、未知の変数は、混合比 α の面の水平方向の傾きm、混合比 α の面の垂直方向の傾きq、混合比 α の面の切片p、s、t、およびuの6つである。

【0434】注目している画素の近傍の画素に対応させて、式(34)に、画素値Mおよび画素値Bを設定し、画素値Mおよび画素値Bが設定された複数の式に対して最小自乗法で解くことにより、混合比 α を算出する。

【0435】例えば、注目している画素の水平方向のインデックスjを0とし、垂直方向のインデックスkを0とし、注目している画素の近傍の3×3の画素について、式(34)に示す正規方程式に画素値Mまたは画素値Bを設定すると、式(35)乃至式(43)を得る。

【0436】

※ックスk、およびインデックスxの関係は、式(44)で表される。

$$x=(j+1) \cdot 3+(k+1) \quad (44)$$

【0442】水平方向の傾きm、垂直方向の傾きq、切片p、s、t、およびuをそれぞれ変数w0,w1,w2,w3,w4、およびw5と表現し、jB,kB,B,j,k、および1をそれぞれa0,a1,a2,a3,a4、およびa5と表現する。誤差exを考慮すると、式(35)乃至式(43)は、式(45)に書き換えることができる。

【0443】

【数12】

(45)

できる。

【0445】

【数13】

$$e_x = M_x - \sum_{y=0}^5 a_y \cdot w_y$$

(46)

【0446】ここで、最小自乗法を適用するため、誤差 * 【0447】
の自乗和Eを式(47)に示すようにに定義する。 * 【数14】

$$E = \sum_{x=0}^5 e_x^2$$

(47)

【0448】誤差が最小になるためには、誤差の自乗和 ※て、式(48)を満たすように w_y を求める。
Eに対する、変数 w_v の偏微分が0になればよい。ここ 【0449】
で、 v は、0乃至5の整数のいずれかの値である。従っ ※ 【数15】

$$\begin{aligned} \frac{\partial E}{\partial w_v} &= 2 \cdot \sum_{x=0}^5 e_x \cdot \frac{\partial e_x}{\partial w_v} \\ &= 2 \cdot \sum_{x=0}^5 e_x \cdot a_v = 0 \end{aligned}$$

(48)

【0450】式(48)に式(46)を代入すると、式 ★ 【0451】
(49)を得る。 ★ 【数16】

$$\sum_{x=0}^5 (a_v \cdot \sum_{y=0}^5 a_y \cdot w_y) = \sum_{x=0}^5 a_v \cdot M_x$$

(49)

【0452】式(49)の v に0乃至5の整数のいずれか1つを代入して得られる6つの式からなる正規方程式に、例えば、掃き出し法(Gauss-Jordanの消去法)などを適用して、 w_y を算出する。上述したように、 w_0 は水平方向の傾き m であり、 w_1 は垂直方向の傾き q であり、 w_2 は切片 p であり、 w_3 は s であり、 w_4 は t であり、 w_5 は u である。

【0453】以上のように、画素値 M および画素値 B を設定した式に、最小自乗法を適用することにより、水平方向の傾き m 、垂直方向の傾き q 、切片 p 、 s 、 t 、および u を求めることができる。

【0454】ここで、切片 p が、インデックス i, k が0の点、すなわち中心位置における混合比 α となっているので、これを出力する。

【0455】式(35)乃至式(43)に対応する説明において、混合領域に含まれる画素の画素値を M とし、背景領域に含まれる画素の画素値を B として説明したが、注目している画素が、カバードバックグラウンド領域

☆域に含まれる場合、またはアンカバードバックグラウンド領域に含まれる場合のそれぞれに対して、正規方程式を立てる必要がある。

【0456】例えば、図49に示す、フレーム $\#n$ のカバードバックグラウンド領域に含まれる画素の混合比 α を求める場合、フレーム $\#n$ の画素のC04乃至C08、およびフレーム $\#n-1$ の画素の画素値P04乃至P08が、正規方程式に設定される。

【0457】図50に示す、フレーム $\#n$ のアンカバードバックグラウンド領域に含まれる画素の混合比 α を求める場合、フレーム $\#n$ の画素のC28乃至C32、およびフレーム $\#n+1$ の画素の画素値N28乃至N32が、正規方程式に設定される。

【0458】また、例えば、図60に示す、カバードバックグラウンド領域に含まれる画素の混合比 α を算出するとき、以下の式(50)乃至式(58)が立てられる。混合比 α を算出する画素の画素値は、 M_{c5} である。

【0459】

$$M_{c1} = (-1) \cdot B_{c1} \cdot m + (-1) \cdot B_{c1} \cdot q + B_{c1} \cdot p + (-1) \cdot s + (-1) \cdot t + u \quad (50)$$

$$M_{c2} = (0) \cdot B_{c2} \cdot m + (-1) \cdot B_{c2} \cdot q + B_{c2} \cdot p + (0) \cdot s + (-1) \cdot t + u \quad (51)$$

$$M_{c3} = (+1) \cdot B_{c3} \cdot m + (-1) \cdot B_{c3} \cdot q + B_{c3} \cdot p + (+1) \cdot s + (-1) \cdot t + u \quad (52)$$

$$M_{c4} = (-1) \cdot B_{c4} \cdot m + (0) \cdot B_{c4} \cdot q + B_{c4} \cdot p + (-1) \cdot s + (0) \cdot t + u \quad (53)$$

$$M_{c5} = (0) \cdot B_{c5} \cdot m + (0) \cdot B_{c5} \cdot q + B_{c5} \cdot p + (0) \cdot s + (0) \cdot t + u \quad (54)$$

$$M_{c6} = (+1) \cdot B_{c6} \cdot m + (0) \cdot B_{c6} \cdot q + B_{c6} \cdot p + (+1) \cdot s + (0) \cdot t + u \quad (55)$$

$$M_{c7} = (-1) \cdot B_{c7} \cdot m + (+1) \cdot B_{c7} \cdot q + B_{c7} \cdot p + (-1) \cdot s + (+1) \cdot t + u \quad (56)$$

$$M_{c8} = (0) \cdot B_{c8} \cdot m + (+1) \cdot B_{c8} \cdot q + B_{c8} \cdot p + (0) \cdot s + (+1) \cdot t + u \quad (57)$$

$$M_{c9} = (+1) \cdot B_{c9} \cdot m + (+1) \cdot B_{c9} \cdot q + B_{c9} \cdot p + (+1) \cdot s + (+1) \cdot t + u \quad (58)$$

【0460】フレーム $\#n$ のカバードバックグラウンド領域に含まれる画素の混合比 α を算出するとき、式(50)乃至式(58)において、フレーム $\#n$ の画素に対応する、フレーム $\#n-1$ の画素の背景領域の画素の画素値 B_{c1} 乃至 B_{c9} が使用される。

◆ 【0461】図60に示す、アンカバードバックグラウンド領域に含まれる画素の混合比 α を算出するとき、以下の式(59)乃至式(67)が立てられる。混合比 α を算出する画素の画素値は、 M_{u5} である。

【0462】

$$M_{u1} = (-1) \cdot B_{u1} \cdot m + (-1) \cdot B_{u1} \cdot q + B_{u1} \cdot p + (-1) \cdot s + (-1) \cdot t + u \quad (59)$$

69

$$\begin{aligned}
 Mj2 &= (0) \cdot Bu2 \cdot m+(-1) \cdot Bu2 \cdot q+Bu2 \cdot p+(0) \cdot s+(-1) \cdot t+u & (60) \\
 Mj3 &= (+1) \cdot Bu3 \cdot m+(-1) \cdot Bu3 \cdot q+Bu3 \cdot p+(+1) \cdot s+(-1) \cdot t+u & (61) \\
 Mj4 &= (-1) \cdot Bu4 \cdot m+(0) \cdot Bu4 \cdot q+Bu4 \cdot p+(-1) \cdot s+(0) \cdot t+u & (62) \\
 Mj5 &= (0) \cdot Bu5 \cdot m+(0) \cdot Bu5 \cdot q+Bu5 \cdot p+(0) \cdot s+(0) \cdot t+u & (63) \\
 Mj6 &= (+1) \cdot Bu6 \cdot m+(0) \cdot Bu6 \cdot q+Bu6 \cdot p+(+1) \cdot s+(0) \cdot t+u & (64) \\
 Mj7 &= (-1) \cdot Bu7 \cdot m+(+1) \cdot Bu7 \cdot q+Bu7 \cdot p+(-1) \cdot s+(+1) \cdot t+u & (65) \\
 Mj8 &= (0) \cdot Bu8 \cdot m+(+1) \cdot Bu8 \cdot q+Bu8 \cdot p+(0) \cdot s+(+1) \cdot t+u & (66) \\
 Mj9 &= (+1) \cdot Bu9 \cdot m+(+1) \cdot Bu9 \cdot q+Bu9 \cdot p+(+1) \cdot s+(+1) \cdot t+u & (67)
 \end{aligned}$$

70

【0463】フレーム#*n*のアンカバードバックグラウンド領域に含まれる画素の混合比 α を算出するとき、式(59)乃至式(67)において、フレーム#*n*の画素に対応する、フレーム#*n*+1の画素の背景領域の画素の画素値Bu1乃至Bu9が使用される。

【0464】図61は、推定混合比処理部401の構成を示すブロック図である。推定混合比処理部401に入力された画像は、遅延部501および足し込み部502に供給される。

【0465】遅延回路221は、入力画像を1フレーム遅延させ、足し込み部502に供給する。足し込み部502に、入力画像としてフレーム#*n*が入力されているとき、遅延回路221は、フレーム#*n*-1を足し込み部502に供給する。

【0466】足し込み部502は、混合比 α を算出する画素の近傍の画素の画素値、およびフレーム#*n*-1の画素値を、正規方程式に設定する。例えば、足し込み部502は、式(50)乃至式(58)に基づいて、正規方程式に画素値Mc1乃至Mc9および画素値Bc1乃至Bc9を設定する。足し込み部502は、画素値が設定された正規方程式を演算部503に供給する。

【0467】演算部503は、足し込み部502から供給された正規方程式を掃き出し法などにより解いて推定混合比を求め、求められた推定混合比を出力する。

【0468】このように、推定混合比処理部401は、入力画像を基に、推定混合比を算出して、混合比決定部403に供給することができる。

【0469】なお、推定混合比処理部402は、推定混合比処理部401と同様の構成を有するので、その説明は省略する。

【0470】図62は、推定混合比処理部401により算出された推定混合比の例を示す図である。図62に示す推定混合比は、等速で動いているオブジェクトに対応する前景の動きが11であり、7×7画素のブロックを単位として方程式を生成して算出された結果を、1ラインに対して示すものである。

【0471】推定混合比は、混合領域において、図48に示すように、ほぼ直線的に変化していることがわかる。

【0472】混合比決定部403は、領域特定部101から供給された、混合比が算出される画素が、前景領域、背景領域、カバードバックグラウンド領域、または

アンカバードバックグラウンド領域のいずれかに属するかを示す領域情報を基に、混合比を設定する。混合比決定部403は、対象となる画素が前景領域に属する場合、0を混合比に設定し、対象となる画素が背景領域に属する場合、1を混合比に設定し、対象となる画素がカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部401から供給された推定混合比を混合比に設定し、対象となる画素がアンカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部402から供給された推定混合比を混合比に設定する。混合比決定部403は、領域情報を基に設定した混合比を出力する。

【0473】図63のフローチャートを参照して、推定混合比処理部401が図61に示す構成を有する場合における、混合比算出部102の混合比の算出の処理を説明する。ステップS501において、混合比算出部102は、領域特定部101から供給された領域情報を取得する。ステップS502において、推定混合比処理部401は、カバードバックグラウンド領域に対応するモデルによる混合比推定の処理を実行し、推定混合比を混合比決定部403に供給する。混合比推定の処理の詳細は、図64のフローチャートを参照して、後述する。

【0474】ステップS503において、推定混合比処理部402は、アンカバードバックグラウンド領域に対応するモデルによる混合比推定の処理を実行し、推定混合比を混合比決定部403に供給する。

【0475】ステップS504において、混合比算出部102は、フレーム全体について、混合比を推定したか否かを判定し、フレーム全体について、混合比を推定していないと判定された場合、ステップS502に戻り、次の画素について混合比を推定する処理を実行する。

【0476】ステップS504において、フレーム全体について、混合比を推定したと判定された場合、ステップS505に進み、混合比決定部403は、領域特定部101から供給された、混合比が算出される画素が、前景領域、背景領域、カバードバックグラウンド領域、またはアンカバードバックグラウンド領域のいずれかに属するかを示す領域情報を基に、混合比を設定する。混合比決定部403は、対象となる画素が前景領域に属する場合、0を混合比に設定し、対象となる画素が背景領域に属する場合、1を混合比に設定し、対象となる画素がカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部401から供給された推定混合比を混合比に設

定し、対象となる画素がアンカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部402から供給された推定混合比を混合比に設定し、処理は終了する。

【0477】このように、混合比算出部102は、領域特定部101から供給された領域情報、および入力画像を基に、各画素に対応する特徴量である混合比 α を算出することができる。

【0478】混合比 α を利用することにより、動いているオブジェクトに対応する画像に含まれる動きボケの情報を残したままで、画素値に含まれる前景の成分と背景の成分とを分離することが可能になる。

【0479】また、混合比 α に基づいて画像を合成すれば、実世界を実際に撮影し直したような動いているオブジェクトのスピードに合わせた正しい動きボケを含む画像を作ることが可能になる。

【0480】次に、図63のステップS502に対応する、カバードバックグラウンド領域に対応するモデルによる混合比推定の処理を図64のフローチャートを参照して説明する。

【0481】ステップS521において、足し込み部502は、入力された画像に含まれる画素値、および遅延回路221から供給される画像に含まれる画素値を、カバードバックグラウンド領域のモデルに対応する正規方程式に設定する。

【0482】ステップS522において、推定混合比処理部401は、対象となる画素についての設定が終了したか否かを判定し、対象となる画素についての設定が終了していないと判定された場合、ステップS521に戻り、正規方程式への画素値の設定の処理を繰り返す。

【0483】ステップS522において、対象となる画素についての画素値の設定が終了したと判定された場合、ステップS523に進み、演算部173は、画素値が設定された正規方程式を基に、推定混合比を演算して、求められた推定混合比を出力する。

【0484】このように、推定混合比処理部401は、入力画像を基に、推定混合比を演算することができる。

【0485】図63のステップS153におけるアンカバードバックグラウンド領域に対応するモデルによる混合比推定の処理は、アンカバードバックグラウンド領域のモデルに対応する正規方程式を利用した、図64のフローチャートに示す処理と同様なので、その説明は省略する。

【0486】なお、背景に対応するオブジェクトが静止しているとして説明したが、背景領域に対応する画像が動きを含んでいても上述した混合比を求める処理を適用することができる。例えば、背景領域に対応する画像が一樣に動いているとき、推定混合比処理部401は、この動きに対応して画像全体をシフトさせ、背景に対応するオブジェクトが静止している場合と同様に処理する。また、背景領域に対応する画像が局所毎に異なる動きを

含んでいるとき、推定混合比処理部401は、混合領域に属する画素に対応する画素として、動きに対応した画素を選択して、上述の処理を実行する。

【0487】次に、前景背景分離部105について説明する。図65は、前景背景分離部105の構成の一例を示すブロック図である。前景背景分離部105に供給された入力画像は、分離部601、スイッチ602、およびスイッチ604に供給される。カバードバックグラウンド領域を示す情報、およびアンカバードバックグラウンド領域を示す、領域特定部103から供給された領域情報は、分離部601に供給される。前景領域を示す領域情報は、スイッチ602に供給される。背景領域を示す領域情報は、スイッチ604に供給される。

【0488】混合比算出部104から供給された混合比 α は、分離部601に供給される。

【0489】分離部601は、カバードバックグラウンド領域を示す領域情報、アンカバードバックグラウンド領域を示す領域情報、および混合比 α を基に、入力画像から前景の成分を分離して、分離した前景の成分を合成部603に供給するとともに、入力画像から背景の成分を分離して、分離した背景の成分を合成部605に供給する。

【0490】スイッチ602は、前景領域を示す領域情報を基に、前景に対応する画素が入力されたとき、閉じられ、入力画像に含まれる前景に対応する画素のみを合成部603に供給する。

【0491】スイッチ604は、背景領域を示す領域情報を基に、背景に対応する画素が入力されたとき、閉じられ、入力画像に含まれる背景に対応する画素のみを合成部605に供給する。

【0492】合成部603は、分離部601から供給された前景に対応する成分、スイッチ602から供給された前景に対応する画素を基に、前景成分画像を合成し、合成した前景成分画像を出力する。前景領域と混合領域とは重複しないので、合成部603は、例えば、前景に対応する成分と、前景に対応する画素とに論理和の演算を適用して、前景成分画像を合成する。

【0493】合成部603は、前景成分画像の合成の処理の最初に実行される初期化の処理において、内蔵しているフレームメモリに全ての画素値が0である画像を格納し、前景成分画像の合成の処理において、前景成分画像を格納（上書き）する。従って、合成部603が出力する前景成分画像の内、背景領域に対応する画素には、画素値として0が格納されている。

【0494】合成部605は、分離部601から供給された背景に対応する成分、スイッチ604から供給された背景に対応する画素を基に、背景成分画像を合成して、合成した背景成分画像を出力する。背景領域と混合領域とは重複しないので、合成部605は、例えば、背景に対応する成分と、背景に対応する画素とに論理和の

演算を適用して、背景成分画像を合成する。

【0495】合成部605は、背景成分画像の合成の処理の最初に実行される初期化の処理において、内蔵しているフレームメモリに全ての画素値が0である画像を格納し、背景成分画像の合成の処理において、背景成分画像を格納（上書き）する。従って、合成部605が出力する背景成分画像の内、前景領域に対応する画素には、画素値として0が格納されている。

【0496】図66は、前景背景分離部105に入力される入力画像、並びに前景背景分離部105から出力される前景成分画像および背景成分画像を示す図である。

【0497】図66（A）は、表示される画像の模式図であり、図66（B）は、図66（A）に対応する前景領域に属する画素、背景領域に属する画素、および混合領域に属する画素を含む1ラインの画素を時間方向に展開したモデル図を示す。

【0498】図66（A）および図66（B）に示すように、前景背景分離部105から出力される背景成分画像は、背景領域に属する画素、および混合領域の画素に含まれる背景の成分から構成される。

【0499】図66（A）および図66（B）に示すように、前景背景分離部105から出力される前景成分画像は、前景領域に属する画素、および混合領域の画素に含まれる前景の成分から構成される。

【0500】混合領域の画素の画素値は、前景背景分離部105により、背景の成分と、前景の成分とに分離される。分離された背景の成分は、背景領域に属する画素と共に、背景成分画像を構成する。分離された前景の成分は、前景領域に属する画素と共に、前景成分画像を構成する。

【0501】このように、前景成分画像は、背景領域に対応する画素の画素値が0とされ、前景領域に対応する画素および混合領域に対応する画素に意味のある画素値が設定される。同様に、背景成分画像は、前景領域に対応する画素の画素値が0とされ、背景領域に対応する画素および混合領域に対応する画素に意味のある画素値が設定される。

*【0502】次に、分離部601が実行する、混合領域に属する画素から前景の成分、および背景の成分を分離する処理について説明する。

【0503】図67は、図中の左から右に移動するオブジェクトに対応する前景を含む、2つのフレームの前景の成分および背景の成分を示す画像のモデルである。図67に示す画像のモデルにおいて、前景の動き量 v は4であり、仮想分割数は、4とされている。

【0504】フレーム $\#n$ において、最も左の画素、および左から14番目乃至18番目の画素は、背景の成分のみから成り、背景領域に属する。フレーム $\#n$ において、左から2番目乃至4番目の画素は、背景の成分および前景の成分を含み、アンカバードバックグラウンド領域に属する。フレーム $\#n$ において、左から11番目乃至13番目の画素は、背景の成分および前景の成分を含み、カバーバックグラウンド領域に属する。フレーム $\#n$ において、左から5番目乃至10番目の画素は、前景の成分のみから成り、前景領域に属する。

【0505】フレーム $\#n+1$ において、左から1番目乃至5番目の画素、および左から18番目の画素は、背景の成分のみから成り、背景領域に属する。フレーム $\#n+1$ において、左から6番目乃至8番目の画素は、背景の成分および前景の成分を含み、アンカバードバックグラウンド領域に属する。フレーム $\#n+1$ において、左から15番目乃至17番目の画素は、背景の成分および前景の成分を含み、カバーバックグラウンド領域に属する。フレーム $\#n+1$ において、左から9番目乃至14番目の画素は、前景の成分のみから成り、前景領域に属する。

【0506】図68は、カバーバックグラウンド領域に属する画素から前景の成分を分離する処理を説明する図である。図68において、 $\alpha 1$ 乃至 $\alpha 18$ は、フレーム $\#n$ における画素のそれぞれに対応する混合比である。図68において、左から15番目乃至17番目の画素は、カバーバックグラウンド領域に属する。

【0507】フレーム $\#n$ の左から15番目の画素の画素値 $C15$ は、式（68）で表される。

【0508】

$$\begin{aligned} C15 &= B15/v + F09/v + F08/v + F07/v \\ &= \alpha 15 \cdot B15 + F09/v + F08/v + F07/v \\ &= \alpha 15 \cdot P15 + F09/v + F08/v + F07/v \end{aligned}$$

（68）

ここで、 $\alpha 15$ は、フレーム $\#n$ の左から15番目の画素の混合比である。 $P15$ は、フレーム $\#n-1$ の左から15番目の画素の画素値である。

【0509】式（68）を基に、フレーム $\#n$ の左から15番目の画素の前景の成分の和 $f15$ は、式（69）で表される。

【0510】

$$\begin{aligned} f15 &= F09/v + F08/v + F07/v \\ &= C15 - \alpha 15 \cdot P15 \end{aligned} \quad (69)$$

【0511】同様に、フレーム $\#n$ の左から16番目の画

素の前景の成分の和 $f16$ は、式（70）で表され、フレーム $\#n$ の左から17番目の画素の前景の成分の和 $f17$ は、式（71）で表される。

【0512】

$$f16 = C16 - \alpha 16 \cdot P16 \quad (70)$$

$$f17 = C17 - \alpha 17 \cdot P17 \quad (71)$$

【0513】このように、カバーバックグラウンド領域に属する画素の画素値 C に含まれる前景の成分 f_c は、式（72）で計算される。

【0514】

$$f_c = C - \alpha \cdot P$$

(72)

Pは、1つ前のフレームの、対応する画素の画素値である。

【0515】図69は、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素から前景の成分を分離する処理を説明する図である。図69において、 $\alpha 1$ 乃至 $\alpha 18$ は、フレーム#nにおける画素のそれぞれに対応する混合比である。図69において、左から2番目乃至4番目の画素は、アンカバードバックグラウンド領域に属する。

【0516】フレーム#nの左から2番目の画素の画素値 $C02$ は、式(73)で表される。

【0517】

$$C02 = B02/v + B02/v + B02/v + F01/v$$

$$= \alpha 2 \cdot B02 + F01/v$$

$$= \alpha 2 \cdot N02 + F01/v$$

(73) *

$$f03 = C03 - \alpha 3 \cdot N03$$

$$f04 = C04 - \alpha 4 \cdot N04$$

【0522】このように、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素の画素値Cに含まれる前景の成分fuは、式(77)で計算される。

【0523】

$$f_u = C - \alpha \cdot N$$

(77)

Nは、1つ後のフレームの、対応する画素の画素値である。

【0524】このように、分離部601は、領域情報に含まれる、カバードバックグラウンド領域を示す情報、およびアンカバードバックグラウンド領域を示す情報、並びに画素毎の混合比 α を基に、混合領域に属する画素から前景の成分、および背景の成分を分離することができる。

【0525】図70は、以上で説明した処理を実行する分離部601の構成の一例を示すブロック図である。分離部601に入力された画像は、フレームメモリ621に供給され、混合比算出部104から供給されたカバードバックグラウンド領域およびアンカバードバックグラウンド領域を示す領域情報、並びに混合比 α は、分離処理ブロック622に入力される。

【0526】フレームメモリ621は、入力された画像をフレーム単位で記憶する。フレームメモリ621は、処理の対象がフレーム#nであるとき、フレーム#nの1つ前のフレームであるフレーム#n-1、フレーム#n、およびフレーム#nの1つ後のフレームであるフレーム#n+1を記憶する。

【0527】フレームメモリ621は、フレーム#n-1、フレーム#n、およびフレーム#n+1の対応する画素を分離処理ブロック622に供給する。

【0528】分離処理ブロック622は、カバードバックグラウンド領域およびアンカバードバックグラウンド領域を示す領域情報、並びに混合比 α を基に、フレームメモリ621から供給されたフレーム#n-1、フレーム#

*ここで、 $\alpha 2$ は、フレーム#nの左から2番目の画素の混合比である。N02は、フレーム#n+1の左から2番目の画素の画素値である。

【0518】式(73)を基に、フレーム#nの左から2番目の画素の前景の成分の和f02は、式(74)で表される。

【0519】

$$f02 = F01/v$$

$$= C02 - \alpha 2 \cdot N02$$

(74)

【0520】同様に、フレーム#nの左から3番目の画素の前景の成分の和f03は、式(75)で表され、フレーム#nの左から4番目の画素の前景の成分の和f04は、式(76)で表される。

【0521】

(75)

(76)

n、およびフレーム#n+1の対応する画素の画素値に図68および図69を参照して説明した演算を適用して、フレーム#nの混合領域に属する画素から前景の成分および背景の成分を分離して、フレームメモリ623に供給する。

【0529】分離処理ブロック622は、アンカバード領域処理部631、カバード領域処理部632、合成部633、および合成部634で構成されている。

【0530】アンカバード領域処理部631の乗算器641は、混合比 α を、フレームメモリ621から供給されたフレーム#n+1の画素の画素値に乘じて、スイッチ642に出力する。スイッチ642は、フレームメモリ621から供給されたフレーム#nの画素(フレーム#n+1の画素に対応する)がアンカバードバックグラウンド領域であるとき、閉じられ、乗算器641から供給された混合比 α を乗じた画素値を演算器643および合成部634に供給する。スイッチ642から出力されるフレーム#n+1の画素の画素値に混合比 α を乗じた値は、フレーム#nの対応する画素の画素値の背景の成分に等しい。

【0531】演算器643は、フレームメモリ621から供給されたフレーム#nの画素の画素値から、スイッチ642から供給された背景の成分を減じて、前景の成分を求める。演算器643は、アンカバードバックグラウンド領域に属する、フレーム#nの画素の前景の成分を合成部633に供給する。

【0532】カバード領域処理部632の乗算器651は、混合比 α を、フレームメモリ621から供給されたフレーム#n-1の画素の画素値に乘じて、スイッチ652に出力する。スイッチ652は、フレームメモリ621から供給されたフレーム#nの画素(フレーム#n-1の画素に対応する)がカバードバックグラウンド領域であるとき、閉じられ、乗算器651から供給された混合比 α を乗じた画素値を演算器653および合成部634に供給

する。スイッチ652から出力されるフレーム#n-1の画素の画素値に混合比 α を乗じた値は、フレーム#nの対応する画素の画素値の背景の成分に等しい。

【0533】演算器653は、フレームメモリ621から供給されたフレーム#nの画素の画素値から、スイッチ652から供給された背景の成分を減じて、前景の成分を求める。演算器653は、カバードバックグラウンド領域に属する、フレーム#nの画素の前景の成分を合成部633に供給する。

【0534】合成部633は、フレーム#nの、演算器643から供給された、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素の前景の成分、および演算器653から供給された、カバードバックグラウンド領域に属する画素の前景の成分を合成して、フレームメモリ623に供給する。

【0535】合成部634は、フレーム#nの、スイッチ642から供給された、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素の背景の成分、およびスイッチ652から供給された、カバードバックグラウンド領域に属する画素の背景の成分を合成して、フレームメモリ623に供給する。

【0536】フレームメモリ623は、分離処理ブロック622から供給された、フレーム#nの混合領域の画素の前景の成分と、背景の成分とをそれぞれに記憶する。

【0537】フレームメモリ623は、記憶しているフレーム#nの混合領域の画素の前景の成分、および記憶しているフレーム#nの混合領域の画素の背景の成分を出力する。

【0538】特徴量である混合比 α を利用することにより、画素値に含まれる前景の成分と背景の成分とを完全に分離することが可能になる。

【0539】合成部603は、分離部601から出力された、フレーム#nの混合領域の画素の前景の成分と、前景領域に属する画素とを合成して前景成分画像を生成する。合成部605は、分離部601から出力された、フレーム#nの混合領域の画素の背景の成分と、背景領域に属する画素とを合成して背景成分画像を生成する。

【0540】図71は、図67のフレーム#nに対応する、前景成分画像の例と、背景成分画像の例を示す図である。

【0541】図71(A)は、図67のフレーム#nに対応する、前景成分画像の例を示す。最も左の画素、および左から14番目の画素は、前景と背景が分離される前に、背景の成分のみから成っていたので、画素値が0とされる。

【0542】左から2番目乃至4番目の画素は、前景と背景とが分離される前に、アンカバードバックグラウンド領域に属し、背景の成分が0とされ、前景の成分がそのまま残されている。左から11番目乃至13番目の画素は、前景と背景とが分離される前に、カ

バードバックグラウンド領域に属し、背景の成分が0とされ、前景の成分がそのまま残されている。左から5番目乃至10番目の画素は、前景の成分のみから成るので、そのまま残される。

【0543】図71(B)は、図67のフレーム#nに対応する、背景成分画像の例を示す。最も左の画素、および左から14番目の画素は、前景と背景とが分離される前に、背景の成分のみから成っていたので、そのまま残される。

【0544】左から2番目乃至4番目の画素は、前景と背景とが分離される前に、アンカバードバックグラウンド領域に属し、前景の成分が0とされ、背景の成分がそのまま残されている。左から11番目乃至13番目の画素は、前景と背景とが分離される前に、カバードバックグラウンド領域に属し、前景の成分が0とされ、背景の成分がそのまま残されている。左から5番目乃至10番目の画素は、前景と背景とが分離される前に、背景の成分のみから成っていたので、画素値が0とされる。

【0545】次に、図72に示すフローチャートを参照して、前景背景分離部105による前景と背景との分離の処理を説明する。ステップS601において、分離部601のフレームメモリ621は、入力画像を取得し、前景と背景との分離の対象となるフレーム#nを、その前のフレーム#n-1およびその後のフレーム#n+1と共に記憶する。

【0546】ステップS602において、分離部601の分離処理ブロック622は、混合比算出部104から供給された領域情報を取得する。ステップS603において、分離部601の分離処理ブロック622は、混合比算出部104から供給された混合比 α を取得する。

【0547】ステップS604において、アンカバード領域処理部631は、領域情報および混合比 α を基に、フレームメモリ621から供給された、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素の画素値から、背景の成分を抽出する。

【0548】ステップS605において、アンカバード領域処理部631は、領域情報および混合比 α を基に、フレームメモリ621から供給された、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素の画素値から、前景の成分を抽出する。

【0549】ステップS606において、カバード領域処理部632は、領域情報および混合比 α を基に、フレームメモリ621から供給された、カバードバックグラウンド領域に属する画素の画素値から、背景の成分を抽出する。

【0550】ステップS607において、カバード領域処理部632は、領域情報および混合比 α を基に、フレームメモリ621から供給された、カバードバックグラウンド領域に属する画素の画素値から、前景の成分を抽

出する。

【0551】ステップS608において、合成部633は、ステップS605の処理で抽出されたアンカバードバックグラウンド領域に属する画素の前景の成分と、ステップS607の処理で抽出されたカバーバックグラウンド領域に属する画素の前景の成分とを合成する。合成された前景の成分は、合成部603に供給される。更に、合成部603は、スイッチ602を介して供給された前景領域に属する画素と、分離部601から供給された前景の成分とを合成して、前景成分画像を生成する。

【0552】ステップS609において、合成部634は、ステップS604の処理で抽出されたアンカバードバックグラウンド領域に属する画素の背景の成分と、ステップS606の処理で抽出されたカバーバックグラウンド領域に属する画素の背景の成分とを合成する。合成された背景の成分は、合成部605に供給される。更に、合成部605は、スイッチ604を介して供給された背景領域に属する画素と、分離部601から供給された背景の成分とを合成して、背景成分画像を生成する。

【0553】ステップS610において、合成部603は、前景成分画像を出力する。ステップS611において、合成部605は、背景成分画像を出力し、処理は終了する。

【0554】このように、前景背景分離部105は、領域情報および混合比 α を基に、入力画像から前景の成分と、背景の成分とを分離し、前景の成分のみから成る前景成分画像、および背景の成分のみから成る背景成分画像を出力することができる。

【0555】図73は、動きボケ調整部106の構成を示すブロック図である。

【0556】平坦部抽出部801は、領域特定部103から供給された領域情報を基に、前景背景分離部105から供給された前景成分画像から、隣接する画素であって、その画素値の変化量が少ない平坦部を抽出する。平坦部抽出部801により抽出される平坦部は、画素値が均等な画素からなる。以下、平坦部は、均等部とも称する。

【0557】例えば、平坦部抽出部801は、領域特定部103から供給された領域情報を基に、前景背景分離部105から供給された前景成分画像から、隣接する画素であって、その画素値の変化量が、予め記憶している閾値Thf未満である平坦部を抽出する。

【0558】また、例えば、平坦部抽出部801は、前景成分画像の隣接する画素であって、その画素値の変化量が1%以内である平坦部を抽出する。平坦部の抽出の基準となる、画素値の変化量の割合は、所望の値とすることができる。

【0559】または、平坦部抽出部801は、前景成分画像の隣接する画素であって、その画素値の標準偏差が、予め記憶している閾値Thf未満である平坦部を抽出

する。

【0560】さらに、例えば、平坦部抽出部801は、前景成分画像の隣接する画素であって、その画素値に対応する回帰直線を基準として、回帰直線と各画素値との誤差の和が、予め記憶している閾値Thf未満である平坦部を抽出する。

【0561】閾値Thfまたは画素値の変化量の割合などの平坦部の抽出の基準の値は、所望の値とすることができ、本発明は、平坦部の抽出の基準の値によって限定されない。平坦部の抽出の基準の値は、適応的に変化させることができる。

【0562】平坦部抽出部801は、抽出した平坦部に属する画素について、平坦部に属する旨を示す平坦部フラグを設定して、前景成分画像および平坦部フラグを処理単位決定部802に供給する。さらに、平坦部抽出部801は、平坦部に属する画素のみから成る平坦部画像を生成して、動きボケ除去部803に供給する。

【0563】処理単位決定部802は、平坦部抽出部801から供給された前景成分画像および平坦部フラグ、並びに領域特定部103から供給された領域情報を基に、前景成分画像から平坦部を取り除いた画素を指定するデータである処理単位を生成し、生成した処理単位を平坦部フラグと共に、動きボケ除去部803に供給する。

【0564】動きボケ除去部803は、処理単位決定部802から供給された平坦部フラグを基に、前景背景分離部105から供給された前景成分画像から、平坦部に属する画素に含まれる前景の成分を算出する。

【0565】動きボケ除去部803は、領域特定部103から供給された領域情報、および処理単位決定部802から供給された処理単位を基に、前景背景分離部105から供給された前景成分画像から平坦部に対応する前景の成分を除去する。動きボケ除去部803は、領域特定部103から供給された領域情報、および処理単位決定部802から供給された処理単位を基に、処理単位で指定される画素に含まれる、残りの前景の成分を算出する。

【0566】動きボケ除去部803は、算出した処理単位で指定される画素に含まれる前景の成分を基に生成した画素、および平坦部抽出部801から供給された平坦部画像の画素を合成して、動きボケを除去した前景成分画像を生成する。

【0567】動きボケ除去部803は、動きボケを除去した前景成分画像を動きボケ付加部804および選択部805に供給する。

【0568】図74は、動きボケ除去部803の構成を示すブロック図である。前景背景分離部105から供給された前景成分画像、処理単位決定部802から供給された処理単位、並びに動き検出部102から供給された動きベクトルおよびその位置情報は、モデル化部821

に供給される。

【0569】モデル化部821は、動きベクトルの動き量 v および処理単位を基に、モデル化を実行する。より具体的には、モデル化部821は、動き量 v および処理単位を基に、画素値の時間方向の分割数および画素毎の前景の成分の数を決定し、画素値と前景の成分のとの対応を指定するモデルを生成する。モデル化部821は、予め記憶している複数のモデルの内、動き量 v および処理単位に対応するモデルを選択するようにしてもよい。モデル化部821は、生成したモデルを前景成分画像と

共に方程式生成部822に供給する。

【0570】方程式生成部822は、モデル化部821から供給されたモデルを基に、方程式を生成し、生成した方程式を前景成分画像と共に足し込み部823に供給する。

【0571】足し込み部823は、方程式生成部822から供給された方程式に、処理単位に対応する前景成分画像の画素値を設定し、画素値を設定した方程式を演算部824に供給する。処理単位で指定された画素は、平坦部に対応する画素を含まない。

【0572】演算部824は、足し込み部823により画素値が設定された方程式を解いて、前景の成分を算出する。演算部824は、算出した前景の成分を基に、処理単位に対応する、動きボケを除去した画素を生成し、生成した処理単位に対応する画素を合成部825に出力する。

【0573】合成部825は、演算部824から供給された処理単位に対応する画素、および平坦部抽出部80*

$$C10' = C11' = C12' = C13' = C14' \quad (78)$$

$$C10' = F06/v + F07/v + F08/v + F09/v + F10/v \quad (79)$$

$$C11' = F07/v + F08/v + F09/v + F10/v + F11/v \quad (80)$$

$$C12' = F08/v + F09/v + F10/v + F11/v + F12/v \quad (81)$$

$$C13' = F09/v + F10/v + F11/v + F12/v + F13/v \quad (82)$$

$$C14' = F10/v + F11/v + F12/v + F13/v + F14/v \quad (83)$$

すなわち、前景の成分 $F06/v$ 乃至 $F14/v$ は、式(84)に示す関係が成立する。

$$F06/v = F07/v = F08/v = F09/v = F10/v = F11/v = F12/v = F13/v = F14/v \quad (84)$$

【0580】従って、その後の前景の成分を算出する処理においては、図77に示すように、前景の成分 $F06/v$ 乃至 $F14/v$ 以外の残りの前景の成分 $F01/v$ 乃至 $F05/v$ および前景の成分 $F15/v$ 乃至 $F19/v$ を算出すれば良いことがわかる。

【0581】平坦部抽出部801は、このような処理に必要な画素値が均等な平坦部を抽出し、平坦部の抽出に対応して、平坦部に属する画素であるか否かを示す平坦部フラグを生成し、処理単位決定部802に供給する。また、平坦部抽出部801は、平坦部に属する画素のみから成る平坦部画像を動きボケ除去部803に供給する。

【0582】処理単位決定部802は、前景成分画像に

*1から供給された平坦部画像の画素を基に、動きボケを除去した前景成分画像を生成して、生成した前景成分画像を出力する。

【0574】次に、図75乃至図80を参照して、動きボケ調整部106の動作を説明する。

【0575】図75は、前景背景分離部105から出力され、平坦部抽出部801に入力される前景成分画像の動きベクトルに対応する直線上の画素の画素値を時間方向に展開したモデル図である。 $C01'$ 乃至 $C23'$ は、前景成分画像のそれぞれの画素の画素値を示す。前景成分画像は、前景の成分のみから構成される。

【0576】平坦部抽出部801は、閾値 Thf を基に、前景背景分離部105から供給された前景成分画像に含まれる画素の内、その画素値の変化量が閾値 Thf 未満である連続する画素を抽出する。閾値 Thf は、十分に小さな値である。平坦部抽出部801により抽出される連続した画素の数は、1フレーム内における、前景オブジェクトの動き量 v より大きくなければならない。例えば、1フレーム内における、前景オブジェクトの動き量 v が5のとき、平坦部抽出部801は、5つ以上の、画素値にほとんど変化の無い連続した画素、すなわち平坦部を抽出する。

【0577】例えば、図76に示す例において、式(78)が成立するとき、前景の成分 $F06/v$ 乃至 $F14/v$ は、式(79)乃至式(83)の関係より、その値が等しいことがわかる。

【0578】

※【0579】

※

含まれる直線上の画素のうち、平坦部を取り除いた画素を示すデータである処理単位を生成し、処理単位を平坦部フラグと共に動きボケ除去部803に供給する。

【0583】動きボケ除去部803は、処理単位決定部802から供給された平坦部フラグを基に、平坦部に属する画素に含まれる前景の成分を算出する。動きボケ除去部803は、平坦部フラグを基に、前景成分画像から、平坦部に属する画素に含まれる前景の成分を除去する。

【0584】動きボケ除去部803は、処理単位決定部802から供給された処理単位を基に、前景成分画像に含まれる直線上の画素のうち、平坦部を取り除いた画素について画素値から残りの前景の成分を算出するための

式を生成する。

【0585】例えば、図76に示すように、前景成分画像の直線上の23個の画素の内、左から10番目乃至14番目の画素が平坦部に属する場合、左から10番目乃至14番目の画素に属する前景の成分を前景成分画像*

$$\begin{aligned}
 C01'' &= F01/v & (85) \\
 C02'' &= F01/v + F02/v & (86) \\
 C03'' &= F01/v + F02/v + F03/v & (87) \\
 C04'' &= F01/v + F02/v + F03/v + F04/v & (88) \\
 C05'' &= F01/v + F02/v + F03/v + F04/v + F05/v & (89) \\
 C06'' &= F02/v + F03/v + F04/v + F05/v & (90) \\
 C07'' &= F03/v + F04/v + F05/v & (91) \\
 C08'' &= F04/v + F05/v & (92) \\
 C09'' &= F05/v & (93) \\
 C15'' &= F15/v & (94) \\
 C16'' &= F15/v + F16/v & (95) \\
 C17'' &= F15/v + F16/v + F17/v & (96) \\
 C18'' &= F15/v + F16/v + F17/v + F18/v & (97) \\
 C19'' &= F15/v + F16/v + F17/v + F18/v + F19/v & (98) \\
 C20'' &= F16/v + F17/v + F18/v + F19/v & (99) \\
 C21'' &= F17/v + F18/v + F19/v & (100) \\
 C22'' &= F18/v + F19/v & (101) \\
 C23'' &= F19/v & (102)
 \end{aligned}$$

【0587】式(85)乃至式(102)に、上述した ※【0588】

最小自乗法を適用して、式(103)および式(10

【数17】

4)を導く。

$$\begin{bmatrix} 5 & 4 & 3 & 2 & 1 \\ 4 & 5 & 4 & 3 & 2 \\ 3 & 4 & 5 & 4 & 3 \\ 2 & 3 & 4 & 5 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F01 \\ F02 \\ F03 \\ F04 \\ F05 \end{bmatrix} = v \cdot \begin{bmatrix} C01'' + C02'' + C03'' + C04'' + C05'' \\ C02'' + C03'' + C04'' + C05'' + C06'' \\ C03'' + C04'' + C05'' + C06'' + C07'' \\ C04'' + C05'' + C06'' + C07'' + C08'' \\ C05'' + C06'' + C07'' + C08'' + C09'' \end{bmatrix}$$

(103)

【0589】

$$\begin{bmatrix} 5 & 4 & 3 & 2 & 1 \\ 4 & 5 & 4 & 3 & 2 \\ 3 & 4 & 5 & 4 & 3 \\ 2 & 3 & 4 & 5 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F15 \\ F16 \\ F17 \\ F18 \\ F19 \end{bmatrix} = v \cdot \begin{bmatrix} C15'' + C16'' + C17'' + C18'' + C19'' \\ C16'' + C17'' + C18'' + C19'' + C20'' \\ C17'' + C18'' + C19'' + C20'' + C21'' \\ C18'' + C19'' + C20'' + C21'' + C22'' \\ C19'' + C20'' + C21'' + C22'' + C23'' \end{bmatrix}$$

(104)

【0590】動きボケ除去部803の方程式生成部822は、式(103)および式(104)に例を示す、処理単位に対応した方程式を生成する。動きボケ除去部803の足し込み部823は、平坦部に属する画素に含まれる前景の成分が除去された前景成分画像に含まれる画素値を、方程式生成部822により生成された方程式に設定する。動きボケ除去部803の演算部824は、画素値が設定された方程式にコレスキー分解などの解法を適用して、平坦部に属する画素に含まれる前景の成分以

*ら取り除くことができるので、図77に示すように、残った前景の成分、すなわち前景の成分F01/v乃至F05/v、および前景の成分F15/v乃至F19/vについて式(85)乃至式(102)を生成すれば良い。

【0586】

※

★ ★【数18】

外の、前景成分画像に含まれる前景の成分を算出する。

【0591】演算部824は、図78に例を示す、動きボケが除去された画素値であるFiから成る、動きボケが除去された前景成分画像を生成する。

【0592】なお、図78に示す動きボケが除去された前景成分画像において、C04''乃至C05''のそれぞれにF01乃至F05のそれぞれが設定され、C18''乃至C19''のそれぞれにF15乃至F19のそれぞれが設定されているのは、画面に対する前景成分画像の位置を変化させないためであ

り、任意の位置に対応させることができる。

【0593】演算部824は、平坦部抽出部801から供給された平坦部画像を基に、処理単位で除去された前景の成分に対応する画素を生成して、生成した画素を図78に示す動きボケが除去された前景成分画像に合成することにより、例えば、図79に示す前景成分画像を生成する。

【0594】なお、動きボケ除去部803は、式(84)により算出される前景の成分 $F06/v$ 乃至 $F14/v$ を基に、平坦部に対応する画素を生成するようにしてもよい。

【0595】動きボケ付加部804は、動き量 v とは異なる値の動きボケ調整量 v' 、例えば、動き量 v の半分の値の動きボケ調整量 v' や、動き量 v と無関係の値の動きボケ調整量 v' を与えることで、動きボケの量を調整することができる。例えば、図80に示すように、動きボケ付加部804は、動きボケが除去された前景の画素値 F_i を動きボケ調整量 v' で除すことにより、前景成分 F_i/v' を算出して、前景成分 F_i/v' の和を算出して、動きボケの量が調整された画素値を生成する。例えば、動きボケ調整量 v' が3のとき、画素値 $C02''$ は、 $(F01)/v'$ とされ、画素値 $C03''$ は、 $(F01+F02)/v'$ とされ、画素値 $C04''$ は、 $(F01+F02+F03)/v'$ とされ、画素値 $C05''$ は、 $(F02+F03+F04)/v'$ とされる。

【0596】動きボケ付加部804は、動きボケの量を調整した前景成分画像を選択部805に供給する。

【0597】選択部805は、例えば使用者の選択に対応した選択信号を基に、演算部805から供給された動きボケが除去された前景成分画像、および動きボケ付加部804から供給された動きボケの量が調整された前景成分画像のいずれか一方を選択して、選択した前景成分画像を出力する。

【0598】このように、動きボケ調整部106は、選択信号および動きボケ調整量 v' を基に、動きボケの量を調整することができる。

【0599】なお、動きボケ調整部106は、前景背景分離部105から背景成分画像を取得し、混合領域に属する画素に対応する背景の成分を調整するようにしてもよい。

【0600】図81は、動きボケ調整部106による背景の成分の補正の処理を説明する図である。背景成分画像に含まれる画素の内、分離される前に混合領域に属していた画素は、前景背景分離部105により、前景の成分が除去される。

【0601】動きボケ調整部106は、領域情報および動き量 v を基に、背景成分画像に含まれる画素の内、混合領域に属していた画素に、対応する背景の成分を加えるように補正する。

【0602】例えば、動きボケ調整部106は、画素値 $C02''$ が4つの背景の成分 $B02/v$ を含むとき、画素値 $C0$

$2''$ に1つの背景の成分 $(B02/v)'$ (背景の成分 $B02/v$ と同じ値)を加え、画素値 $C03''$ が3つの背景の成分 $B03/v$ を含むとき、画素値 $C03''$ に2つの背景の成分 $(B03/v)'$ (背景の成分 $B03/v$ と同じ値)を加える。

【0603】動きボケ調整部106は、画素値 $C23''$ が3つの背景の成分 $B23/v$ を含むとき、画素値 $C23''$ に2つの背景の成分 $(B23/v)'$ (背景の成分 $B23/v$ と同じ値)を加え、画素値 $C24''$ が4つの背景の成分 $B24/v$ を含むとき、画素値 $C24''$ に1つの背景の成分 $(B24/v)'$ (背景の成分 $B24/v$ と同じ値)を加える。

【0604】次に、図73に構成を示す動きボケ調整部106による処理の結果の例について説明する。

【0605】図82は、静止している黒い四角を撮像した画像である。これに対して、図83は、図82の画像で撮像された黒い四角を移動させて撮像した画像である。図83に示す画像において、黒い四角の画像は、動きボケによって互いに干渉している。

【0606】図83において点線で示す直線上の画素を対象に、図73に構成を示す動きボケ調整部106が処理を実行した結果の例を図84に示す。

【0607】図84において、実線は、図73に構成を示す動きボケ調整部106が処理を実行し得られた画素値を示し、点線は、図83に示す直線上の画素値を示し、一点鎖線は、図82に示す対応する直線上の画素値を示す。

【0608】図84に示す点線において、図中の両端の画素値がほぼ一定で平坦(均等)なので、動きボケ調整部106は、これを平坦部と見なして除去し、残った画素値に対して上述した処理を実行した。

【0609】図84に示す結果より、動きボケ調整部106が、動いている黒い四角を撮像することにより、干渉して画素値が埋もれてしまっている画像から、静止している黒い四角を撮像した画像とほぼ同等の画素値を生成していることがわかる。

【0610】図84に示す結果は、CCDにより撮像され、入射される光量と画素値との間に線形な関係が確保されている、ガンマ補正が適用されていない画像について本発明を適用したものである。同様に、ガンマ補正が適用された画像に対する本発明の有効性は、実験により確認されている。

【0611】次に、図85のフローチャートを参照して、図73に構成を示す動きボケ調整部106による動きボケの量の調整の処理を説明する。

【0612】ステップS801において、平坦部抽出部801は、前景背景分離部105から供給された前景成分画像から、隣接する画素であって、その画素値が均等である平坦部を抽出し、抽出した平坦部に対応する平坦部フラグを処理単位決定部802に供給すると共に、平坦部に属する画素から成る平坦部画像を動きボケ除去部803に供給する。

【0613】ステップS802において、処理単位決定部802は、平坦部フラグを基に、前景成分画像に含まれる直線上の隣接する画素であって、平坦部に属する画素以外の画素の位置を示す処理単位を生成し、処理単位を動きボケ除去部803に供給する。

【0614】ステップS803において、動きボケ除去部803は、前景背景分離部105から供給された前景成分画像、処理単位決定部802から供給された処理単位を基に、平坦部に属する画素に対応する前景の成分を算出すると共に、処理単位に対応する前景の成分を算出して、前景の成分から動きボケを除去する。動きボケ除去部803は、動きボケを除去した前景の成分を動きボケ付加部804および選択部805に出力する。ステップS803の動きボケの除去の処理の詳細については、図86のフローチャートを参照して後述する。

【0615】ステップS804において、動きボケ調整部106は、前景成分画像全体について処理を終了したか否かを判定し、前景成分画像全体について処理を終了していないと判定された場合、ステップS803に戻り、次の処理単位に対応する前景の成分を対象とした動きボケの除去の処理を繰り返す。

【0616】ステップS804において、前景成分画像全体について処理を終了したと判定された場合、ステップS805に進み、動きボケ調整部106の動きボケ付加部804および選択部805は、動きボケの量が調整された背景成分画像を算出し、動きボケが除去された前景成分画像および動きボケが付加された前景成分画像のいずれかを選択して、選択した画像を出力して、処理は終了する。

【0617】このように、動きボケ調整部106は、入力された前景成分画像の動きボケの量を調整することができる。

【0618】次に、図85のステップS803に対応する、動きボケ除去部803による処理単位に対応する前景成分画像の動きボケの除去の処理を、図86のフローチャートを参照して説明する。

【0619】ステップS821において、動きボケ除去部803のモデル化部821は、動き量 v および処理単位に対応して、モデルを生成する。ステップS822において、方程式生成部822は、生成されたモデルを基に、方程式を生成する。

【0620】ステップS823において、足し込み部823は、生成された方程式に、平坦部に対応する前景の成分が除去された前景成分画像の画素値を設定する。ステップS824において、足し込み部823は、処理単位に対応する全ての画素の画素値の設定を行ったか否かを判定し、処理単位に対応する全ての画素の画素値の設定を行っていないと判定された場合、ステップS823に戻り、方程式への画素値の設定の処理を繰り返す。

【0621】ステップS824において、処理単位の全

ての画素の画素値の設定を行ったと判定された場合、ステップS825に進み、演算部824は、足し込み部823から供給された画素値が設定された方程式を基に、動きボケを除去した前景の画素値を算出する。

【0622】ステップS826において、演算部824は、ステップS825の処理で算出された動きボケを除去した前景の画素値を設定した画素に、および平坦部抽出部801から供給された平坦部画像を合成して、動きボケを除去した前景成分画像を生成して、処理は終了する。

【0623】このように、動きボケ除去部803は、動き量 v および処理単位を基に、動きボケを含む前景成分画像から動きボケを除去することができる。

【0624】以上のように、図73に構成を示す動きボケ調整部106は、入力された前景成分画像に含まれる動きボケの量を調整することができる。

【0625】ウィナー・フィルタなど従来の動きボケを部分的に除去する手法においては、理想状態では効果が認められるが、量子化され、ノイズを含んだ実際の画像に対して十分な効果が得られない。これに対し、図73に構成を示す動きボケ調整部106において、量子化され、ノイズを含んだ実際の画像に対しても十分な効果が認められ、精度の良い動きボケの除去が可能となる。

【0626】また、前景成分画像から平坦部を除去して、残った画素について前景の成分を算出するようにしたので、量子化またはノイズの影響が波及しにくくなり、図73に構成を示す動きボケ調整部106は、より精度良く動きボケの量を調整した画像を求めることができる。

【0627】図87は、信号処理装置の機能の他の構成を示すブロック図である。

【0628】図2に示す部分と同様の部分には同一の番号を付してあり、その説明は適宜省略する。

【0629】領域特定部103は、領域情報を混合比算出部104および合成部1001に供給する。

【0630】混合比算出部104は、混合比 α を前景背景分離部105および合成部1001に供給する。

【0631】前景背景分離部105は、前景成分画像を合成部1001に供給する。

【0632】合成部1001は、混合比算出部104から供給された混合比 α 、領域特定部103から供給された領域情報を基に、任意の背景画像と、前景背景分離部105から供給された前景成分画像とを合成して、任意の背景画像と前景成分画像とが合成された合成画像を出力する。

【0633】図88は、合成部1001の構成を示す図である。背景成分生成部1021は、混合比 α および任意の背景画像を基に、背景成分画像を生成して、混合領域画像合成部1022に供給する。

【0634】混合領域画像合成部1022は、背景成分

生成部1021から供給された背景成分画像と前景成分画像とを合成することにより、混合領域合成画像を生成して、生成した混合領域合成画像を画像合成部1023に供給する。

【0635】画像合成部1023は、領域情報を基に、前景成分画像、混合領域画像合成部1022から供給された混合領域合成画像、および任意の背景画像を合成して、合成画像を生成して出力する。

【0636】このように、合成部1001は、前景成分画像を、任意の背景画像に合成することができる。

【0637】特徴量である混合比 α を基に前景成分画像を任意の背景画像と合成して得られた画像は、単に画素を合成した画像に比較し、より自然なものと成る。

【0638】図89は、動きボケの量を調整する信号処理装置の機能の更に他の構成を示すブロック図である。図2に示す信号処理装置が領域特定と混合比 α の算出を順番に行うのに対して、図89に示す信号処理装置は、領域特定と混合比 α の算出を並行して行う。

【0639】図2のブロック図に示す機能と同様の部分には同一の番号を付してあり、その説明は省略する。

【0640】入力画像は、混合比算出部1101、前景背景分離部1102、領域特定部103、およびオブジェクト抽出部101に供給される。

【0641】混合比算出部1101は、入力画像を基に、画素がカバーバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、および画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比を、入力画像に含まれる画素のそれぞれに対して算出し、算出した画素がカバーバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、および画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比を前景背景分離部1102に供給する。

【0642】図90は、混合比算出部1101の構成の一例を示すブロック図である。

【0643】図90に示す推定混合比処理部401は、図47に示す推定混合比処理部401と同じである。図90に示す推定混合比処理部402は、図47に示す推定混合比処理部402と同じである。

【0644】推定混合比処理部401は、入力画像を基に、カバーバックグラウンド領域のモデルに対応する演算により、画素毎に推定混合比を算出して、算出した推定混合比を出力する。

【0645】推定混合比処理部402は、入力画像を基に、アンカバードバックグラウンド領域のモデルに対応する演算により、画素毎に推定混合比を算出して、算出した推定混合比を出力する。

【0646】前景背景分離部1102は、混合比算出部1101から供給された、画素がカバーバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、

および画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、並びに領域特定部103から供給された領域情報を基に、入力画像から前景成分画像を生成し、生成した前景成分画像を動きボケ調整部106および選択部107に供給する。

【0647】図91は、前景背景分離部1102の構成の一例を示すブロック図である。

【0648】図65に示す前景背景分離部105と同様の部分には同一の番号を付してあり、その説明は省略する。

【0649】選択部1121は、領域特定部103から供給された領域情報を基に、混合比算出部1101から供給された、画素がカバーバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、および画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比のいずれか一方を選択して、選択した推定混合比を混合比 α として分離部601に供給する。

【0650】分離部601は、選択部1121から供給された混合比 α および領域情報を基に、混合領域に属する画素の画素値から前景の成分および背景の成分を抽出し、抽出した前景の成分を合成部603に供給すると共に、背景の成分を合成部605に供給する。

【0651】分離部601は、図70に示す構成と同じ構成とすることができる。

【0652】合成部603は、前景成分画像を合成して、出力する。合成部605は、背景成分画像を合成して出力する。

【0653】図89に示す動きボケ調整部106は、図2に示す場合と同様の構成とすることができ、領域情報および動きベクトルを基に、前景背景分離部1102から供給された前景成分画像に含まれる動きボケの量を調整して、動きボケの量が調整された前景成分画像を出力する。

【0654】図89に示す選択部107は、例えば使用者の選択に対応した選択信号を基に、前景背景分離部1102から供給された前景成分画像、および動きボケ調整部106から供給された動きボケの量が調整された前景成分画像のいずれか一方を選択して、選択した前景成分画像を出力する。

【0655】このように、図89に構成を示す信号処理装置は、入力画像に含まれる前景のオブジェクトに対応する画像に対して、その画像に含まれる動きボケの量を調整して出力することができる。図89に構成を示す信号処理装置は、第1の実施例と同様に、埋もれた情報である混合比 α を算出して、算出した混合比 α を出力することができる。

【0656】図92は、前景成分画像を任意の背景画像と合成する信号処理装置の機能の他の構成を示すブロック図である。図87に示す信号処理装置が領域特定と混

合比 α の算出をシリアルに行うのに対して、図92に示す信号処理装置は、領域特定と混合比 α の算出を並列に行う。

【0657】図89のブロック図に示す機能と同様の部分には同一の番号を付してあり、その説明は省略する。

【0658】図92に示す混合比算出部1101は、入力画像を基に、画素がカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、および画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比を、入力画像に含まれる画素のそれぞれに対して算出し、算出した画素がカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、および画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比を前景背景分離部1102および合成部1201に供給する。

【0659】図92に示す前景背景分離部1102は、混合比算出部1101から供給された、画素がカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、および画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、並びに領域特定部103から供給された領域情報を基に、入力画像から前景成分画像を生成し、生成した前景成分画像を合成部1201に供給する。

【0660】合成部1201は、混合比算出部1101から供給された、画素がカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、および画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、領域特定部103から供給された領域情報を基に、任意の背景画像と、前景背景分離部1102から供給された前景成分画像とを合成して、任意の背景画像と前景成分画像とが合成された合成画像を出力する。

【0661】図93は、合成部1201の構成を示す図である。図88のブロック図に示す機能と同様の部分には同一の番号を付してあり、その説明は省略する。

【0662】選択部1221は、領域特定部103から供給された領域情報を基に、混合比算出部1101から供給された、画素がカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比、および画素がアンカバードバックグラウンド領域に属すると仮定した場合における推定混合比のいずれか一方を選択して、選択した推定混合比を混合比 α として背景成分生成部1021に供給する。

【0663】図93に示す背景成分生成部1021は、選択部1221から供給された混合比 α および任意の背景画像を基に、背景成分画像を生成して、混合領域画像合成部1022に供給する。

【0664】図93に示す混合領域画像合成部1022は、背景成分生成部1021から供給された背景成分画像と前景成分画像とを合成することにより、混合領域合

成画像を生成して、生成した混合領域合成画像を画像合成部1023に供給する。

【0665】画像合成部1023は、領域情報を基に、前景成分画像、混合領域画像合成部1022から供給された混合領域合成画像、および任意の背景画像を合成して、合成画像を生成して出力する。

【0666】このように、合成部1201は、前景成分画像を、任意の背景画像に合成することができる。

【0667】図94は、信号処理装置のさらに他の構成を示すブロック図である。

【0668】図2に示す場合と同様の部分には、同一の番号を付してあり、その説明は適宜省略する。

【0669】信号処理装置に供給された入力画像は、オブジェクト抽出部101、領域特定部103、平坦部抽出部1501、分離ボケ除去部1503、および合成部1504に供給される。

【0670】オブジェクト抽出部101は、入力画像に含まれる前景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトを粗く抽出して、抽出した画像オブジェクトを動き検出部102に供給する。オブジェクト抽出部101は、入力画像に含まれる背景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトを粗く抽出して、抽出した画像オブジェクトを動き検出部102に供給する。

【0671】動き検出部102は、粗く抽出された前景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトの動きベクトルを算出して、算出した動きベクトルおよび動きベクトルの位置情報を領域特定部103、平坦部抽出部1501、処理単位決定部1502、および分離ボケ除去部1503に供給する。

【0672】領域特定部103は、入力された画像の画素のそれぞれを、前景領域、背景領域、または混合領域のいずれかに特定し、画素毎に前景領域、背景領域、または混合領域のいずれかに属するかを示す情報（以下、領域情報と称する）を平坦部抽出部1501、処理単位決定部1502、および合成部1504に供給する。

【0673】平坦部抽出部1501は、入力画像、動き検出部102から供給された動きベクトルおよびその位置情報、並びに領域特定部103から供給された領域情報を基に、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素から始まり、カバードバックグラウンド領域に属する画素までの動き方向に並ぶ連続する画素の内、前景領域に属し隣接する画素であって、その画素値の変化量が少ない平坦部を抽出する。平坦部抽出部1501により抽出される平坦部は、画素値が均等な画素からなる。

【0674】例えば、平坦部抽出部1501は、入力画像、動き検出部102から供給された動きベクトルおよびその位置情報、並びに領域特定部103から供給された領域情報を基に、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素から始まり、カバードバックグラウンド領域に属する画素までの動き方向に並ぶ連続する画素の

内、前景領域に属し隣接する画素であって、その画素値の変化量が予め記憶している閾値 Th_{f1} 未満である平坦部を抽出する。

【0675】また、例えば、平坦部抽出部1501は、前景成分画像の隣接する画素であって、その画素値の変化量が1%以内である平坦部を抽出する。平坦部の抽出の基準となる、画素値の変化量の割合は、所望の値とすることができる。

【0676】または、平坦部抽出部1501は、前景成分画像の隣接する画素であって、その画素値の標準偏差が、予め記憶している閾値 Th_{f1} 未満である平坦部を抽出する。

【0677】さらに、例えば、平坦部抽出部1501は、前景成分画像の隣接する画素であって、その画素値に対応する回帰直線を基準として、回帰直線と各画素値との誤差の和が、予め記憶している閾値 Th_{f1} 未満である平坦部を抽出する。

【0678】閾値 Th_{f1} または画素値の変化量の割合などの平坦部の抽出の基準の値は、所望の値とすることができ、本発明は、平坦部の抽出の基準の値によって限定されない。平坦部の抽出の基準の値は、適応的に変化させることができる。

【0679】平坦部抽出部1501は、抽出した平坦部の位置を示す情報である前景平坦部位置情報を生成し、生成した前景平坦部位置情報を処理単位決定部1502に供給する。

【0680】処理単位決定部1502は、平坦部抽出部1501から供給された前景平坦部位置情報、動き検出部102から供給された動きベクトルおよびその位置情報、並びに領域特定部103から供給された領域情報を基に、前景領域または混合領域に属する1以上の画素を示す処理単位を決定する。

【0681】処理単位決定部1502は、生成した処理単位を、分離ボケ除去部1503に供給する。

【0682】分離ボケ除去部1503は、処理単位決定部1502から供給された処理単位、並びに動き検出部102から供給された動きベクトルおよびその位置情報を基に、入力画像の画素の内、処理単位に指定される画素について、動きボケの除去された前景成分画像、および分離された背景成分画像を生成し、生成した前景成分画像および背景成分画像を合成部1504に供給する。

【0683】合成部1504は、領域特定部103から供給された領域情報を基に、分離ボケ除去部1503から供給された、動きボケの除去された前景成分画像、および分離された背景成分画像、並びに入力画像から、前景のオブジェクトの動きボケが除去された画像を合成して、合成した動きボケが除去された画像を出力する。

【0684】図95は、分離ボケ除去部1503の構成を示すブロック図である。動き検出部102から供給された動きベクトルとその位置情報、および処理単位決定

部1502から供給された処理単位は、モデル化部1521に供給される。

【0685】モデル化部1521は、動き検出部102から供給された動きベクトルとその位置情報、および処理単位決定部1502から供給された処理単位を基に、モデルを生成し、生成したモデルを方程式生成部1522に供給する。

【0686】図96乃至図99を参照して、処理単位、および処理単位に対応するモデルについて説明する。

【0687】図96は、センサのシャッタースピードを十分に速くし、動きボケを生じないときの、画素の例を示す図である。F01乃至F20は、前景のオブジェクトに対応する画像の成分である。

【0688】前景のオブジェクトに対応する、画素値C04は、F01であり、画素値C05は、F02であり、画素値C06は、F03であり、それぞれの画素値は、前景のオブジェクトに対応する1つの画像の成分からなる。同様に、画素値C07乃至C23は、それぞれF04乃至F20である。

【0689】図96に示す例において、背景のオブジェクトが静止しているため、背景にも、動きボケが生じていない。

【0690】背景のオブジェクトに対応する、画素値C01は、B01であり、画素値C02は、B02であり、画素値C03は、B03である。同様に、背景のオブジェクトに対応する、画素値C24は、B24であり、画素値C25は、B25であり、画素値C26は、B26である。

【0691】図97は、図96に対応する、動きボケを生じているときの、画素値を時間方向に展開したモデル図である。

【0692】図97に示す例において、動き量 v は、5であり、前景のオブジェクトは、図中の左側から右側に向かって動いている。

【0693】図97に示す例において、左から2番目乃至5番目に位置する画素は、混合領域に属する。また、左から22番目乃至25番目に位置する画素は、混合領域に属する。

【0694】左から6番目乃至21番目に位置する画素は、前景領域に属する。

【0695】平坦部抽出部1501は、予め記憶している閾値 Th_{f1} を基に、カバードバックグラウンド領域に属する画素までの動き方向に並ぶ連続する画素の内、前景領域に属する画素であって、その画素値の変化量が閾値 Th_{f1} 未満である連続する画素を抽出する。

【0696】閾値 Th_{f1} は、十分に小さな値である。平坦部抽出部1501により抽出される連続した画素の数は、1フレーム内における、前景オブジェクトの動き量 v より大きくなければならない。例えば、1フレーム内における、前景オブジェクトの動き量 v が5のとき、平坦部抽出部1501は、5つ以上の、画素値にほとんど変化の無い連続した画素、すなわち平坦部を抽出する。

【0697】例えば、図98に示す例において、式(105)が成立するとき、前景の成分F06/v乃至F14/vは、式(106)乃至式(110)の関係より、その値が等*

$$\begin{aligned} C11 &= C12 = C13 = C14 = C15 & (105) \\ C11 &= F06/v + F07/v + F08/v + F09/v + F10/v & (106) \\ C12 &= F07/v + F08/v + F09/v + F10/v + F11/v & (107) \\ C13 &= F08/v + F09/v + F10/v + F11/v + F12/v & (108) \\ C14 &= F09/v + F10/v + F11/v + F12/v + F13/v & (109) \\ C15 &= F10/v + F11/v + F12/v + F13/v + F14/v & (110) \end{aligned}$$

すなわち、前景の成分F06/v乃至F14/vは、式(111)に示す関係が成立する。

$$F06/v = F07/v = F08/v = F09/v = F10/v = F11/v = F12/v = F13/v = F14/v \quad (111)$$

【0700】従って、その後の前景の成分および背景の成分を算出する処理においては、図99に示すように、前景の成分F06/v乃至F14/v以外の残りの前景の成分F01/v乃至F05/vおよび背景の成分F15/v乃至F20/v、並びに背景の成分B02/v乃至B05/vおよび背景の成分B22/v乃至B25/vを算出すれば良いことがわかる。

【0701】例えば、図98に示すように、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素から始まり、カバードバックグラウンド領域に属する画素までの動き方向に並ぶ連続する画素である、図中の左から2番目乃至2★

★5番目の直線上の24個の画素の内、左から11番目乃至15番目の画素が平坦部に属する場合、左から11番目乃至15番目の画素に含まれる前景の成分を取り除くことができるので、図99に示すように、残った連続する画素に対応する前景の成分および背景の成分、すなわち前景の成分F01/v乃至F05/vおよび背景の成分B02/v乃至B05/vについて式(112)乃至式(120)を生成すれば良い。

$$\begin{aligned} C02' &= 4 \times B02/v + F01/v & (112) \\ C03' &= 3 \times B03/v + F01/v + F02/v & (113) \\ C04' &= 2 \times B04/v + F01/v + F02/v + F03/v & (114) \\ C05' &= B05/v + F01/v + F02/v + F03/v + F04/v & (115) \\ C06' &= F01/v + F02/v + F03/v + F04/v + F05/v & (116) \\ C07' &= F02/v + F03/v + F04/v + F05/v & (117) \\ C08' &= F03/v + F04/v + F05/v & (118) \\ C09' &= F04/v + F05/v & (119) \\ C10' &= F05/v & (120) \end{aligned}$$

【0703】9個の式(112)乃至式(120)に対して、変数が、前景の成分F01/v乃至F05/vおよび背景の成分B02/v乃至B05/vの9個なので、式(112)乃至式(120)を解くことにより、前景の成分F01/v乃至F05/vおよび背景の成分B02/v乃至B05/vの値を求めることが☆

☆できる。

【0704】同様に、前景の成分F15/v乃至F20/vおよび背景の成分B22/v乃至B25/vについて式(121)乃至式(130)を生成すれば良い。

$$\begin{aligned} C16' &= F15/v & (121) \\ C17' &= F15/v + F16/v & (122) \\ C18' &= F15/v + F16/v + F17/v & (123) \\ C19' &= F15/v + F16/v + F17/v + F18/v & (124) \\ C20' &= F15/v + F16/v + F17/v + F18/v + F19/v & (125) \\ C21' &= F16/v + F17/v + F18/v + F19/v + F20/v & (126) \\ C22' &= F17/v + F18/v + F19/v + F20/v + B22/v & (127) \\ C23' &= F18/v + F19/v + F20/v + 2 \times B23/v & (128) \\ C24' &= F19/v + F20/v + 3 \times B24/v & (129) \\ C25' &= F20/v + 4 \times B25/v & (130) \end{aligned}$$

【0706】10個の式(121)乃至式(130)に対して、変数が、前景の成分F15/v乃至F20/vおよび背景の成分B22/v乃至B25/vの10個なので、式(121)乃至式(130)を解くことにより、前景の成分F15/v乃至

至F20/vおよび背景の成分B22/v乃至B25/vの値を求めることができる。

【0707】図95に戻り、モデル化部1521は、動き検出部102から供給された動きベクトルとその位置

情報、および処理単位決定部1502から供給された処理単位を基に、画素値の時間方向の分割数、画素毎の前景の成分の数、および画素毎の背景の成分の数を決定し、上述した前景の成分および背景の成分を算出するための方程式を生成するためのモデルを生成し、生成したモデルを方程式生成部1522に供給する。

【0708】方程式生成部1522は、モデル化部1521から供給されたモデルを基に、方程式を生成する。方程式生成部1522は、生成された方程式に、モデルに対応する前景領域または背景領域に属する画素値を設定し、画素値を設定した方程式を演算部1523に供給*

*する。

【0709】演算部1523は、方程式生成部1522から供給された方程式を解いて、前景の成分および背景の成分を算出する。

【0710】例えば、演算部1523は、式(112)乃至式(120)に対応する方程式が供給されたとき、式(131)に示す方程式の左辺の行列の逆行列を求めて、前景の成分F01/v乃至F05/vおよび背景の成分B02/v乃至B05/vを算出する。

【0711】

【数19】

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 4 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F01/v \\ F02/v \\ F03/v \\ F04/v \\ F05/v \\ B02/v \\ B03/v \\ B04/v \\ B05/v \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C02' \\ C03' \\ C04' \\ C05' \\ C06' \\ C07' \\ C08' \\ C09' \\ C10' \end{bmatrix} \quad (131)$$

【0712】また、演算部1523は、式(121)乃至式(130)に対応する方程式が供給されたとき、式(132)に示す方程式の左辺の行列の逆行列を求めて、前景の成分F15/v乃至F20/vおよび背景の成分B22/v ※

※乃至B25/vを算出する。

【0713】

【数20】

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F15/v \\ F16/v \\ F17/v \\ F18/v \\ F19/v \\ F20/v \\ B22/v \\ B23/v \\ B24/v \\ B25/v \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C16' \\ C17' \\ C18' \\ C19' \\ C20' \\ C21' \\ C22' \\ C23' \\ C24' \\ C25' \end{bmatrix} \quad (132)$$

【0714】演算部1523は、前景の成分および背景の成分を基に、動きボケの除去された前景成分画像、および分離された背景成分画像を生成し、動きボケの除去された前景成分画像、および分離された背景成分画像を出力する。

【0715】例えば、演算部1523は、方程式を解いて、前景の成分F01/v乃至F05/vおよび背景の成分B02/v乃至B05/v、並びに前景の成分F15/v乃至F20/vおよび背景の成分B22/v乃至B25/vを求めたとき、図100に示すように、前景の成分F01/v乃至F05/v、背景の成分B02/v、および背景の成分B03/v、並びに前景の成分F15/v乃至F20/v、背景の成分B24/v、および背景の成分B25/vに、動き量vを乗じて、画素値F01乃至F05、画素値B02、画素値B03、画素値F15乃至F20、画素値B24、および画素

値B25を算出する。

【0716】演算部1523は、例えば、画素値F01乃至F05および画素値F15乃至F20からなる動きボケの除去された前景成分画像、並びに、画素値B02、画素値B03、画素値B24、および画素値B25からなる分離された背景成分画像を生成する。

【0717】図101および図102を参照して、分離ボケ除去部1503の実際の処理結果の例を説明する。

【0718】図101は、前景オブジェクトおよび背景オブジェクトの混ざり込みが生じている入力画像の例を示す図である。図中の右上側の画像が背景オブジェクトに相当し、図中の左下側の画像が前景オブジェクトに相当する。前景のオブジェクトは、左から右に進んでいる。図中の左上側から右下側の間の帯状の領域が、混合

領域である。

【0719】図101の中央の線の上の画素について、上述した処理を適用した結果を図102に示す。図102中の細かい点線は、入力画像の画素値を示す。

【0720】図102中の粗い点線は、動きボケの無い前景オブジェクトの画素値を示し、一点鎖線は、前景オブジェクトが混合されていない背景オブジェクトの画素値を示す。

【0721】図102中の実線は、入力画像に上述した処理を適用した結果得られた、動きボケの除去された前景成分画像および分離された背景成分画像の画素値を示す。

【0722】以上の結果から、図94に構成を示す情報処理装置は、入力画像に上述した処理を適用することにより、動きボケの無い前景オブジェクトの画素値、および前景オブジェクトが混合されていない背景オブジェクトの画素値に近い画素値を出力することが可能であることがわかる。

【0723】図103のフローチャートを参照して、図94に構成を示す信号処理装置による動きボケの除去の処理を説明する。ステップS1001において、領域特定部103は、入力画像を基に、入力画像の画素毎に前景領域、背景領域、カバードバックグラウンド領域、またはアンカバードバックグラウンド領域のいずれかに属するかを示す領域情報を生成する領域特定の処理を実行する。領域特定部103は、生成した領域情報を平坦部抽出部1501に供給する。

【0724】ステップS1002において、平坦部抽出部1501は、入力画像、動きベクトルおよびその位置情報、並びに領域情報を基に、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素から始まり、カバードバックグラウンド領域に属する画素までの動き方向に並ぶ連続する画素の内、前景領域に属する画素であって、その画素値の変化量が予め記憶している閾値Th1未満である平坦部を抽出する。平坦部抽出部1501は、抽出した平坦部の位置を示す情報である前景平坦部位置情報を生成し、生成した前景平坦部位置情報を処理単位決定部1502に供給する。

【0725】ステップS1003において、処理単位決定部1502は、動きベクトルおよびその位置情報、並びに領域情報を基に、前景に対応するオブジェクトに含まれる1以上の画素を示す処理単位を決定して、処理単位を分離ボケ除去部1503に供給する。

【0726】ステップS1004において、分離ボケ除去部1503は、処理単位決定部1502から供給された処理単位、並びに動き検出部102から供給された動きベクトルおよびその位置情報を基に、入力画像の画素の内、処理単位に指定される画素について、前景および背景の分離並びに動きボケ除去の一括処理を実行し、処理単位に指定される画素に対応する前景の成分および背

景の成分を算出する。前景および背景の分離並びに動きボケ除去の一括処理の詳細は、図104のフローチャートを参照して説明する。

【0727】ステップS1005において、分離ボケ除去部1503は、平坦部の前景の成分を算出する。

【0728】ステップS1006において、分離ボケ除去部1503は、ステップS1004の処理で算出した前景の成分および背景の成分、並びにステップS1005の処理で算出した平坦部の前景の成分を基に、動きボケが除去された前景成分画像の画素値および背景成分画像の画素値を算出する。分離ボケ除去部1503は、動きボケが除去された前景成分画像および背景成分画像を合成部1504に供給する。

【0729】ステップS1007において、信号処理装置は、画面全体について処理を終了したか否かを判定し、画面全体について処理を終了していないと判定された場合、ステップS1004に戻り、前景および背景の分離および動きボケの除去の処理を繰り返す。

【0730】ステップS1007において、画面全体について処理を終了したと判定された場合、ステップS1008に進み、合成部1504は、背景、並びに動きボケが除去された前景成分画像および背景成分画像を合成して、処理は終了する。

【0731】このように、信号処理装置は、前景と背景を分離して、前景に含まれる動きボケを除去することができる。

【0732】図104のフローチャートを参照して、分離ボケ除去部1503が実行する、前景および背景の分離並びに動きボケ除去の一括処理を説明する。

【0733】ステップS1021において、モデル化部1521は、処理単位決定部1502から供給された処理単位、並びに動き検出部102から供給された動きベクトルおよびその位置情報を基に、モデルを生成する。モデル化部1521は、生成したモデルを方程式生成部1522に供給する。

【0734】ステップS1022において、方程式生成部1522は、モデル化部1521から供給されたモデルを基に、画素値、前景の成分、および背景の成分の関係に対応する連立方程式を生成する。

【0735】ステップS1023において、方程式生成部1522は、生成した連立方程式に、入力画像の対応する画素値を設定する。

【0736】ステップS1024において、方程式生成部1522は、連立方程式に全ての画素値を設定したか否かを判定し、全ての画素値を設定していないと判定された場合、ステップS1023に戻り、画素値の設定の処理を繰り返す。

【0737】ステップS1024において、全ての画素値を設定したと判定された場合、方程式生成部1522は、画素値を設定した連立方程式を演算部1523に供

101

給し、演算部1523は、画素値が設定された連立方程式を演算することにより、前景の成分および背景の成分を算出して、処理は終了する。

【0738】このように、分離ボケ除去部1503は、算出された前景の成分および背景の成分を基に、動きボケの除去された前景成分画像、および分離された背景成分画像を生成することができる。

【0739】図105は、信号処理装置のさらに他の構成を示すブロック図である。図94に示す場合と同様の部分には、同一の番号を付してあり、その説明は省略する。

【0740】処理単位決定分類部1601は、動き検出部102から供給された動きベクトルおよびその位置情報、領域特定部103から供給された領域情報、並びに平坦部抽出部1501から供給された前景平坦部位置情報を基に、処理単位を生成すると共に、入力画像の画素を分類して、分類された画素を分離ボケ除去部1503、動きボケ除去部1602、前景成分画像復元部1603、および背景成分画像復元部1604のいずれか1つに供給する。

【0741】処理単位決定分類部1601は、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素から始まり、カバードバックグラウンド領域に属する画素までの動き方向に並ぶ連続する画素の内、前景領域に属する画素から、平坦部に対応する前景の成分を除去し、前景領域の平坦部に対応する前景の成分が除去された、混合領域に属する画素および前景領域に属する画素を、対応する処理単位と共に、分離ボケ除去部1503に供給する。

【0742】処理単位決定分類部1601は、前景領域の平坦部画像を前景成分画像復元部1603に供給する。

【0743】処理単位決定分類部1601は、前景領域に属し、平坦部に挟まれた、平坦部に対応する前景の成分が除去された画素を、対応する処理単位と共に、動きボケ除去部1602に供給する。

【0744】処理単位決定分類部1601は、背景領域に属する画素を背景成分画像復元部1604に供給する。

【0745】分離ボケ除去部1503は、図104のフローチャートを参照して説明した処理と同様の処理で、*40

$$C110=C111=C112=C113=C114$$

(133)

$$C110=F106/v+F107/v+F108/v+F109/v+F110/v$$

(134)

$$C111=F107/v+F108/v+F109/v+F110/v+F111/v$$

(135)

$$C112=F108/v+F109/v+F110/v+F111/v+F112/v$$

(136)

$$C113=F109/v+F110/v+F111/v+F112/v+F113/v$$

(137)

$$C114=F110/v+F111/v+F112/v+F113/v+F114/v$$

(138)

【0755】同様に、他の平坦部に対応する前景の成分F096/v乃至F100/v、および前景の成分F120/v乃至F124/vは、前景領域に属する画素から除去される。

【0756】このように、平坦部に挟まれ、その平坦部

102

* 前景領域に属する画素または混合領域に属する画素に対応する、動きボケの除去された前景成分画像および分離された背景成分画像を生成して、動きボケの除去された前景成分画像を前景成分画像復元部1603に供給し、分離された背景成分画像を背景成分画像復元部1604に供給する。

【0746】動きボケ除去部1602は、処理単位決定分類部1601から供給された処理単位を基に、前景領域に属し、平坦部に挟まれた画素に対応する前景の成分を算出して、算出した前景の成分に対応する動きボケが除去された前景成分画像を生成する。動きボケ除去部1602は、生成した前景成分画像を前景成分画像復元部1603に供給する。

【0747】図106は、動きボケ除去部1602の構成を示すブロック図である。

【0748】動き検出部102から供給された動きベクトルとその位置情報、および処理単位決定分類部1601から供給された処理単位は、モデル化部1621に供給される。

【0749】モデル化部1621は、動き検出部102から供給された動きベクトルとその位置情報、および処理単位決定分類部1601から供給された処理単位を基に、モデルを生成し、生成したモデルを方程式生成部1622に供給する。

【0750】図107および図108を参照して、方程式生成部1622に供給されるモデルについて説明する。

【0751】図107は、前景領域に属する画素に対応する、画素値を時間方向に展開したモデル図である。

【0752】処理単位決定分類部601は、図98を参照して説明した処理と同様の処理で、前景領域に属する画素から、平坦部に対応する前景の成分を除去する。

【0753】例えば、図107に示す例において、式(133)が成立するとき、式(134)乃至式(138)の関係より、前景の成分F106/v乃至F114/vの値が等しいことがわかるので、図108に示すように、前景の成分F106/v乃至F114/vは、前景領域に属する画素から除去される。

【0754】

に対応する前景の成分が除去された前景領域に属する画素が、対応する処理単位と共に、処理単位決定分類部1601から動きボケ除去部1602に供給される。

【0757】動きボケ除去部1602のモデル化部16

103

21は、処理単位を基に、平坦部に挟まれ、その平坦部に対応する前景の成分が除去された前景領域に属する画素と、残った前景の成分との関係に対応する式を生成するためのモデルを生成する。

【0758】モデル化部1621は、生成したモデルを方程式生成部1622に供給する。

【0759】方程式生成部1622は、モデル化部1621から供給されたモデルを基に、平坦部に挟まれ、そ*

$$C101' = F101/v$$

$$C102' = F101/v + F102/v$$

$$C103' = F101/v + F102/v + F103/v$$

$$C104' = F101/v + F102/v + F103/v + F104/v$$

$$C105' = F101/v + F102/v + F103/v + F104/v + F105/v$$

$$C106' = F102/v + F103/v + F104/v + F105/v$$

$$C107' = F103/v + F104/v + F105/v$$

$$C108' = F104/v + F105/v$$

$$C109' = F105/v$$

$$(139)$$

$$(140)$$

$$(141)$$

$$(142)$$

$$(143)$$

$$(144)$$

$$(145)$$

$$(146)$$

$$(147)$$

【0762】また、前景の成分F101/v乃至F105/v、および画素値の関係は、式(148)乃至式(156)で表※

$$C115' = F115/v$$

$$C116' = F115/v + F116/v$$

$$C117' = F115/v + F116/v + F117/v$$

$$C118' = F115/v + F116/v + F117/v + F118/v$$

$$C119' = F115/v + F116/v + F117/v + F118/v + F119/v$$

$$C120' = F116/v + F117/v + F118/v + F119/v$$

$$C121' = F117/v + F118/v + F119/v$$

$$C122' = F118/v + F119/v$$

$$C123' = F119/v$$

$$(148)$$

$$(149)$$

$$(150)$$

$$(151)$$

$$(152)$$

$$(153)$$

$$(154)$$

$$(155)$$

$$(156)$$

【0764】方程式生成部1622は、画素値が設定さ★く。

れた式(139)乃至式(147)、および式(1430【0765】

8)乃至式(156)に最小自乗法を適用して、式(1【数21】

57)および式(158)に例を示す正規方程式を導★

$$\begin{bmatrix} 5 & 4 & 3 & 2 & 1 \\ 4 & 5 & 4 & 3 & 2 \\ 3 & 4 & 5 & 4 & 3 \\ 2 & 3 & 4 & 5 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F101 \\ F102 \\ F103 \\ F104 \\ F105 \end{bmatrix} = v \cdot \begin{bmatrix} C101' + C102' + C103' + C104' + C105' \\ C102' + C103' + C104' + C105' + C106' \\ C103' + C104' + C105' + C106' + C107' \\ C104' + C105' + C106' + C107' + C108' \\ C105' + C106' + C107' + C108' + C109' \end{bmatrix}$$

(157)

【0766】

☆40☆【数22】

$$\begin{bmatrix} 5 & 4 & 3 & 2 & 1 \\ 4 & 5 & 4 & 3 & 2 \\ 3 & 4 & 5 & 4 & 3 \\ 2 & 3 & 4 & 5 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F115 \\ F116 \\ F117 \\ F118 \\ F119 \end{bmatrix} = v \cdot \begin{bmatrix} C115' + C116' + C117' + C118' + C119' \\ C116' + C117' + C118' + C119' + C120' \\ C117' + C118' + C119' + C120' + C121' \\ C118' + C119' + C120' + C121' + C122' \\ C119' + C120' + C121' + C122' + C123' \end{bmatrix}$$

(158)

【0767】方程式生成部1622は、生成した式に、画素値を設定して、画素値が設定された式を演算部1623に供給する。

*の平坦部に対応する前景の成分が除去された前景領域に属する画素と、残った前景の成分との関係に対応する式を生成する。

【0760】例えば、前景の成分F101/v乃至F105/v、および画素値の関係は、式(139)乃至式(147)で表される。

【0761】

※される。

【0763】

★く。

30【0765】

【数21】

☆40☆【数22】

【0768】演算部1623は、画素値が設定された正規方程式にコレスキー分解などの解法を適用して、平坦部に属する画素に含まれる前景の成分以外の、前景成分

画像に含まれる前景の成分を算出する。演算部1623は、算出した前景の成分を基に、動きボケの除去された前景成分画像を生成し、動きボケの除去された前景成分画像を出力する。

【0769】例えば、演算部1623は、前景の成分F101/v乃至F105/vおよび前景の成分F115/v乃至F119/vを求めたとき、図109に示すように、前景の成分F101/v乃至F105/vおよび前景の成分F115/v乃至F119/vに、動き量vを乗じて、画素値F101乃至F105および画素値F115乃至F119を算出する。

【0770】演算部1623は、例えば、画素値F101乃至F105および画素値F115乃至F119からなる動きボケの除去された前景成分画像を生成する。

【0771】図110のフローチャートを参照して、図94に構成を示す信号処理装置による動きボケの除去の処理を説明する。

【0772】ステップS1101乃至ステップS1103の処理のそれぞれは、図103のステップS1001乃至ステップS1003の処理のそれぞれと同様なので、その説明は省略する。

【0773】ステップS1104において、処理単位決定分類部1601は、動き検出部102から供給された動きベクトルおよびその位置情報、領域特定部103から供給された領域情報、並びに平坦部抽出部1501から供給された前景平坦部位置情報を基に、入力画像の画素を分類して、分類された画素を分離ボケ除去部1503、動きボケ除去部1602、前景成分画像復元部1603、および背景成分画像復元部1604のいずれか1つに供給する。

【0774】ステップS1105において、分離ボケ除去部1503は、アンカバードバックグラウンド領域に属する画素から始まり、カバードバックグラウンド領域に属する画素までの動き方向に並ぶ連続する画素の内、前景領域に属する画素から、前景領域の平坦部に対応する前景の成分が除去された、混合領域に属する画素および前景領域に属する画素について、前景および背景の分離並びに動きボケ除去の一括の処理を実行する。ステップS1105の処理の詳細は、図103のステップS1004の処理の詳細と同様なので、その説明は省略する。

【0775】ステップS1106において、分離ボケ除去部1503は、算出した前景の成分および背景の成分を基に、動きボケが除去された前景成分画像の画素値および背景成分画像の画素値を算出する。分離ボケ除去部1503は、動きボケが除去された前景成分画像を前景成分画像復元部1603に供給すると共に、背景成分画像を背景成分画像復元部1604に供給する。

【0776】ステップS1107において、信号処理装置は、混合領域および前景領域について処理を終了した

を終了していないと判定された場合、ステップS1105に戻り、前景および背景の分離および動きボケの除去の処理を繰り返す。

【0777】ステップS1107において、混合領域および前景領域について処理を終了したと判定された場合、ステップS1108に進み、動きボケ除去部1602は、動き方向に並ぶ連続する画素の内、両側に平坦部が位置し、前景領域に属する画素から、平坦部に対応する前景の成分が除去された前景領域に属する画素について、動きボケの除去の処理を実行する。動きボケの除去の処理の詳細は、図111のフローチャートを参照して、説明する。

【0778】ステップS1109において、動きボケ除去部1602は、算出した前景の成分を基に、動きボケが除去された前景成分画像の画素値を算出する。動きボケ除去部1602は、動きボケが除去された前景成分画像を前景成分画像復元部1603に供給する。

【0779】ステップS1110において、信号処理装置は、前景領域について処理を終了したか否かを判定し、前景領域について処理を終了していないと判定された場合、ステップS1108に戻り、動きボケの除去の処理を繰り返す。

【0780】ステップS1110において、前景領域について処理を終了したと判定された場合、手続きは、ステップS1111に進む。

【0781】なお、ステップS1108乃至ステップS1110の処理は、ステップS1105乃至ステップS1107の処理と並列に実行される。

【0782】ステップS1111において、前景成分画像復元部1603は、処理単位決定分類部1601から供給された平坦部画像、分離ボケ除去部1503から供給された動きボケが除去された前景成分画像、および動きボケ除去部1602から供給された動きボケが除去された前景成分画像を基に、動きボケが除去された前景成分画像の全体を復元する。背景成分画像復元部1604は、処理単位決定分類部1601から供給された背景領域画像、および分離ボケ除去部1503から供給された分離された背景成分画像を基に、背景成分画像の全体を復元して、処理は終了する。

【0783】このように、図105に構成を示す情報処理装置は、前景オブジェクトから動きボケを除去することができる。

【0784】次に、図110のステップS1108に対応する、動きボケ除去部1602による処理単位に対応する前景成分画像の動きボケの除去の処理を、図111のフローチャートを参照して説明する。

【0785】ステップS1121において、動きボケ除去部1602のモデル化部1621は、動き量vおよび処理単位に対応して、モデルを生成する。ステップS1122において、方程式生成部1622は、生成された

モデルを基に、方程式を生成する。

【0786】ステップS1123において、方程式生成部1622は、生成された方程式に、平坦部に対応する前景の成分が除去された前景成分画像の画素値を設定する。ステップS1124において、方程式生成部1622は、処理単位に対応する全ての画素の画素値の設定を行ったか否かを判定し、処理単位に対応する全ての画素の画素値の設定を行っていないと判定された場合、ステップS1123に戻り、方程式への画素値の設定の処理を繰り返す。

【0787】ステップS1124において、処理単位の全ての画素の画素値の設定を行ったと判定された場合、ステップS1125に進み、演算部1623は、方程式生成部1622から供給された画素値が設定された方程式を基に、動きボケを除去した前景の成分を算出して、処理は終了する。

【0788】このように、動きボケ除去部1602は、動き量 v および処理単位を基に、動きボケを含む前景成分画像から動きボケを除去することができる。

【0789】なお、混合比 α は、画素値に含まれる背景の成分の割合として説明したが、画素値に含まれる前景の成分の割合としてもよい。

【0790】また、前景となるオブジェクトの動きの方向は左から右として説明したが、その方向に限定されないことは勿論である。

【0791】以上においては、3次元空間と時間軸情報を有する現実空間の画像をビデオカメラを用いて2次元空間と時間軸情報を有する時空間への射影を行った場合を例としたが、本発明は、この例に限らず、より多くの第1の次元の第1の情報を、より少ない第2の次元の第2の情報に射影した場合に、その射影によって発生する歪みを補正したり、有意情報を抽出したり、またはより自然に画像を合成する場合に適応することが可能である。

【0792】なお、センサは、CCDに限らず、固体撮像素子である、例えば、BBD (Bucket Brigade Device)、CID (Charge Injection Device)、またはCPD (Charge Priming Device) などのセンサでもよく、また、検出素子がマトリクス状に配置されているセンサに限らず、検出素子が1列に並んでいるセンサでもよい。

【0793】本発明の信号処理を行うプログラムを記録した記録媒体は、図1に示すように、コンピュータとは別に、ユーザにプログラムを提供するために配布される、プログラムが記録されている磁気ディスク51 (フロッピーディスクを含む)、光ディスク52 (CD-ROM (Compact Disk-Read Only Memory)、DVD (Digital Versatile Disk)を含む)、光磁気ディスク53 (MD (Mini-Disk)を含む)、もしくは半導体メモリ54などよりなるパッケージメディアにより構成されるだけでなく、コンピュータに予め組み込まれた状態でユーザに提供され

る、プログラムが記録されているROM22や、記憶部28に含まれるハードディスクなどで構成される。

【0794】なお、本明細書において、記録媒体に記録されるプログラムを記述するステップは、記載された順序に沿って時系列的に行われる処理はもちろん、必ずしも時系列的に処理されなくとも、並列的あるいは個別に実行される処理をも含むものである。

【0795】

【発明の効果】本発明の第1の画像処理装置および方法、記録媒体、並びにプログラムによれば、画像データの、前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分からなる前景領域、背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分からなる背景領域、または前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分が混合されてなる混合領域が特定され、領域の特定結果に基づいて、少なくとも混合領域の画素データから、前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理が一括で実行されるようにしたので、ボケた画像に含まれる動きボケを除去することができるようになる。

【0796】本発明の第2の画像処理装置および方法、記録媒体、並びにプログラムによれば、画像データの、前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分からなる前景領域、背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分からなる背景領域、または前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分が混合されてなる混合領域を特定する領域情報、並びに画像データに基づいて、前景領域における画素データであって、隣接する画素データとその値がほぼ等しい画素データからなる均等部が検出され、領域情報および検出された均等部に基づいて、少なくとも混合領域の画素データから、前景オブジェクト成分および背景オブジェクト成分を分離する処理、並びに分離された前景オブジェクト成分から動きボケを除去する処理が一括で実行されるようにしたので、ボケた画像に含まれる動きボケを除去することができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る信号処理装置の一実施の形態の構成を示すブロック図である。

【図2】信号処理装置を示すブロック図である。

【図3】センサによる撮像を説明する図である。

【図4】画素の配置を説明する図である。

【図5】検出素子の動作を説明する図である。

【図6】動いている前景に対応するオブジェクトと、静止している背景に対応するオブジェクトとを撮像して得られる画像を説明する図である。

【図7】背景領域、前景領域、混合領域、カバードバックグラウンド領域、およびアンカバードバックグラウンド領域を説明する図である。

【図8】静止している前景に対応するオブジェクトおよび静止している背景に対応するオブジェクトを撮像した画像における、隣接して1列に並んでいる画素の画素値を時間方向に展開したモデル図である。

【図9】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図10】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図11】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図12】前景領域、背景領域、および混合領域の画素を抽出した例を示す図である。

【図13】画素と画素値を時間方向に展開したモデルとの対応を示す図である。

【図14】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図15】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図16】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図17】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図18】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図19】動きボケの量の調整の処理を説明するフローチャートである。

【図20】領域特定部103の構成の一例を示すブロック図である。

【図21】前景に対応するオブジェクトが移動しているときの画像を説明する図である。

【図22】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図23】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図24】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図25】領域判定の条件を説明する図である。

【図26】領域特定部103の領域の特定の結果の例を示す図である。

【図27】領域特定部103の領域の特定の結果の例を示す図である。

【図28】領域特定の処理を説明するフローチャートである。

【図29】領域特定部103の構成の他の一例を示すブロック図である。

【図30】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図31】背景画像の例を示す図である。

【図32】2値オブジェクト画像抽出部302の構成を示すブロック図である。

【図33】相関値の算出を説明する図である。

【図34】相関値の算出を説明する図である。

【図35】2値オブジェクト画像の例を示す図である。

【図36】時間変化検出部303の構成を示すブロック図である。

【図37】領域判定部342の判定を説明する図である。

【図38】時間変化検出部303の判定の例を示す図である。

10 【図39】領域判定部103の領域特定の処理を説明するフローチャートである。

【図40】領域判定の処理の詳細を説明するフローチャートである。

【図41】領域特定部103のさらに他の構成を示すブロック図である。

【図42】ロバスト化部361の構成を説明するブロック図である。

【図43】動き補償部381の動き補償を説明する図である。

20 【図44】動き補償部381の動き補償を説明する図である。

【図45】領域特定の処理を説明するフローチャートである。

【図46】ロバスト化の処理の詳細を説明するフローチャートである。

【図47】混合比算出部104の構成の一例を示すブロック図である。

【図48】理想的な混合比 α の例を示す図である。

30 【図49】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図50】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図51】前景の成分の相関を利用した近似を説明する図である。

【図52】C、N、およびPの関係を説明する図である。

【図53】推定混合比処理部401の構成を示すブロック図である。

【図54】推定混合比の例を示す図である。

40 【図55】混合比算出部104の他の構成を示すブロック図である。

【図56】混合比の算出の処理を説明するフローチャートである。

【図57】推定混合比の演算の処理を説明するフローチャートである。

【図58】混合比 α を近似する直線を説明する図である。

【図59】混合比 α を近似する平面を説明する図である。

50 【図60】混合比 α を算出するときの複数のフレームの画素の対応を説明する図である。

【図61】混合比推定処理部401の他の構成を示すブロック図である。

【図62】推定混合比の例を示す図である。

【図63】混合比の算出の処理を説明するフローチャートである。

【図64】カバードバックグラウンド領域に対応するモデルによる混合比推定の処理を説明するフローチャートである。

【図65】前景背景分離部105の構成の一例を示すブロック図である。

【図66】入力画像、前景成分画像、および背景成分画像を示す図である。

【図67】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図68】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図69】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図70】分離部601の構成の一例を示すブロック図である。

【図71】分離された前景成分画像、および背景成分画像の例を示す図である。

【図72】前景と背景との分離の処理を説明するフローチャートである。

【図73】動きボケ調整部106の構成を示すブロック図である。

【図74】動きボケ除去部803の構成を示すブロック図である。

【図75】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図76】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図77】画素値を時間方向に展開し、シャッタ時間に対応する期間を分割したモデル図である。

【図78】動きボケが除去された画素の例を示す図である。

【図79】動きボケが除去された画素の例を示す図である。

【図80】動きボケが付加された画素の例を示す図である。

【図81】背景の成分の補正の処理を説明する図である。

【図82】静止している黒い四角を撮像した画像である。

【図83】黒い四角を移動させて撮像した画像である。

【図84】動きボケ調整部106が処理を実行した結果の例を示す図である。

【図85】動きボケの量の調整の処理を説明するフローチャートである。

【図86】前景成分画像の動きボケの除去の処理を説明

するフローチャートである。

【図87】信号処理装置の機能の他の構成を示すブロック図である。

【図88】合成部1001の構成を示す図である。

【図89】信号処理装置の機能のさらに他の構成を示すブロック図である。

【図90】混合比算出部1101の構成を示すブロック図である。

【図91】前景背景分離部1102の構成を示すブロック図である。

【図92】信号処理装置の機能のさらに他の構成を示すブロック図である。

【図93】合成部1201の構成を示す図である。

【図94】信号処理装置のさらに他の構成を示すブロック図である。

【図95】分離ボケ除去部1503の構成を示すブロック図である。

【図96】処理単位、および処理単位に対応するモデルについて説明する図である。

【図97】処理単位、および処理単位に対応するモデルについて説明する図である。

【図98】処理単位、および処理単位に対応するモデルについて説明する図である。

【図99】処理単位、および処理単位に対応するモデルについて説明する図である。

【図100】画素値の算出を説明する図である。

【図101】入力画像の例を示す図である。

【図102】処理結果の例を示す図である。

【図103】動きボケの除去の処理を説明するフローチャートである。

【図104】前景および背景の分離並びに動きボケ除去の一括処理を説明するフローチャートである。

【図105】信号処理装置のさらに他の構成を示すブロック図である。

【図106】動きボケ除去部1602の構成を示すブロック図である。

【図107】方程式生成部1622に供給されるモデルを説明する図である。

【図108】方程式生成部1622に供給されるモデルを説明する図である。

【図109】画素値の算出を説明する図である。

【図110】動きボケの除去の処理を説明するフローチャートである。

【図111】前景成分画像の動きボケの除去の処理を説明するフローチャートである。

【符号の説明】

21 CPU, 22 ROM, 23 RAM, 26 入力部, 27 出力部, 28 記憶部, 29 通信部, 51 磁気ディスク, 52 光ディスク, 53 光磁気ディスク, 54 半導体メモリ, 101 オ

113

プロジェクト抽出部, 102 動き検出部, 103
 領域特定部, 104 混合比算出部, 105 前景
 背景分離部, 106 動きボケ調整部, 107 選
 択部, 201 フレームメモリ, 202-1乃至20
 2-4 静止判定部, 203-1乃至203-3 領
 域判定部, 204 判定フラグ格納フレームメモリ,
 205 合成部, 206 判定フラグ格納フレーム
 メモリ, 301 背景画像生成部, 302 2値オ
 ブジェクト画像抽出部, 303 時間変化検出部,
 321 相関値演算部, 322 しきい値処理部, 3
 341 フレームメモリ, 342 領域判定部, 3
 61 ロバスト化部, 381 動き補償部, 382
 スイッチ, 383-1乃至383-N フレームメ
 モリ, 384-1乃至384-N 重み付け部, 38
 5 積算部, 401 推定混合比処理部, 402
 推定混合比処理部, 403 混合比決定部, 421
 フレームメモリ, 422 フレームメモリ, 423
 混合比演算部, 441 選択部, 442 推定混
 合比処理部, 443 推定混合比処理部, 444 選
 択部, 501 遅延回路, 502 足し込み部, 20
 503 演算部, 601 分離部, 602 スイッ*

114

*チ, 603 合成部, 604 スイッチ, 605
 合成部, 621 フレームメモリ, 622 分離
 処理ブロック, 623 フレームメモリ, 631
 アンカバード領域処理部, 632 カバード領域処理
 部, 633 合成部, 634 合成部, 801 平
 坦部抽出部, 802 処理単位決定部, 803 動
 きボケ除去部, 804 動きボケ付加部, 805
 選択部, 821 モデル化部, 822 方程式生成
 部, 823 足し込み部, 824 演算部, 82
 5 合成部, 1001 合成部, 1021 背景成分
 生成部, 1022 混合領域画像合成部, 1023
 画像合成部, 1101 混合比算出部, 1102
 前景背景分離部, 1121 選択部, 1201
 合成部, 1221 選択部, 1501 平坦部抽出
 部, 1502 処理単位決定部, 1503 分離ボ
 ケ除去部, 1504 合成部, 1521 モデル化
 部, 1522 方程式生成部, 1523 演算部,
 1601 処理単位決定分類部, 1602 動きボケ
 除去部, 1603 前景成分画像復元部, 1604
 背景成分画像復元部, 1621 モデル化部, 1
 622 方程式生成部, 1623 演算部

【図1】

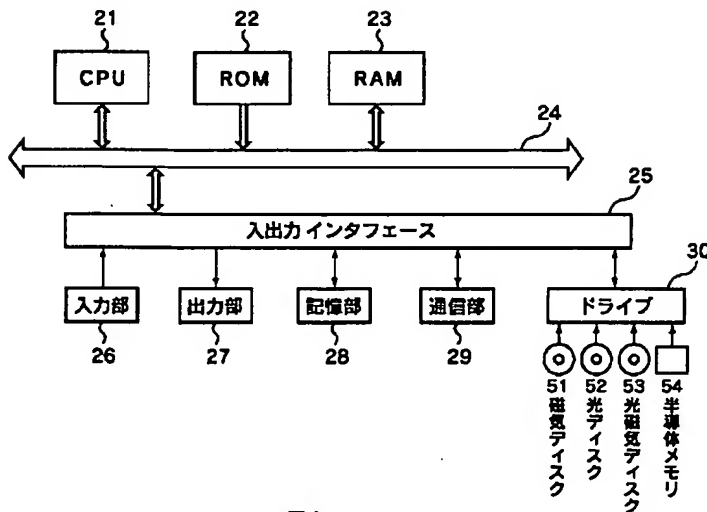


図1

【図27】



図27

【図5】

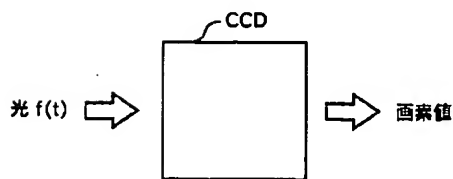


図5

【図7】

領域	説明
背景領域	静止部分
前景領域	動き部分
混合領域	カバードバックグラウンド領域
	アンカバードバックグラウンド領域
	背景から前景に変化する部分
	前景から背景に変化する部分

図7

【図6】

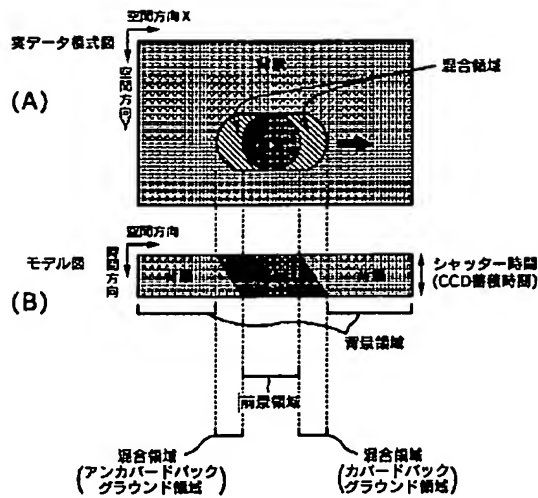


図6

【図10】

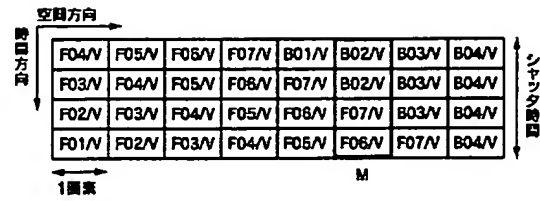


図10

【図12】

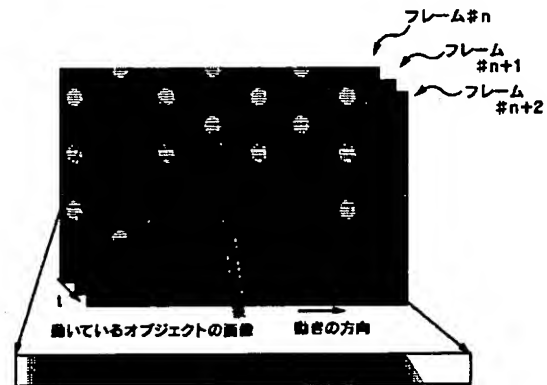


図12

【図11】

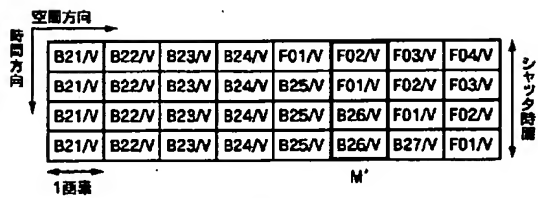


図11

【図13】

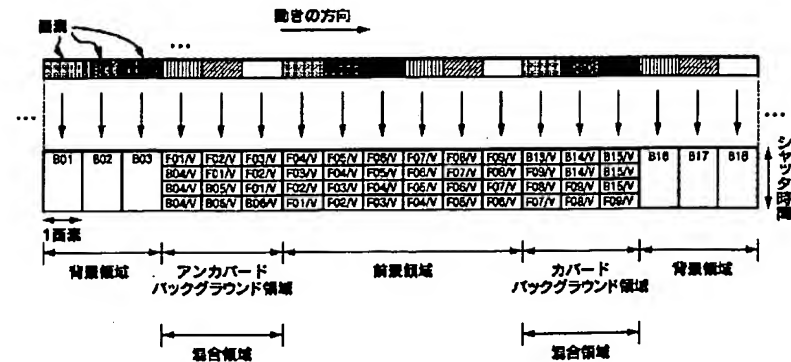


図13

【図14】

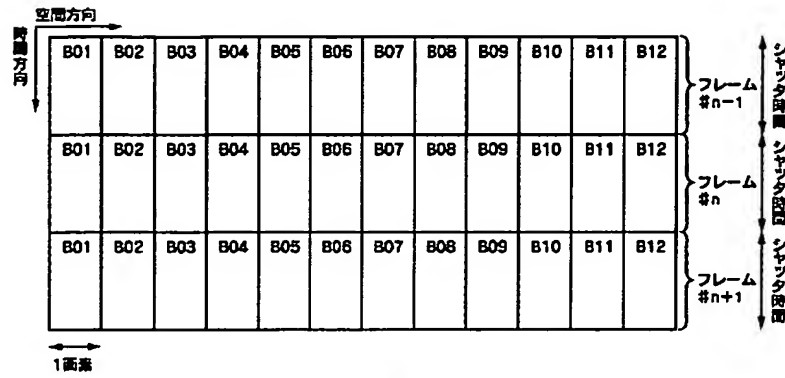


図14

【図15】

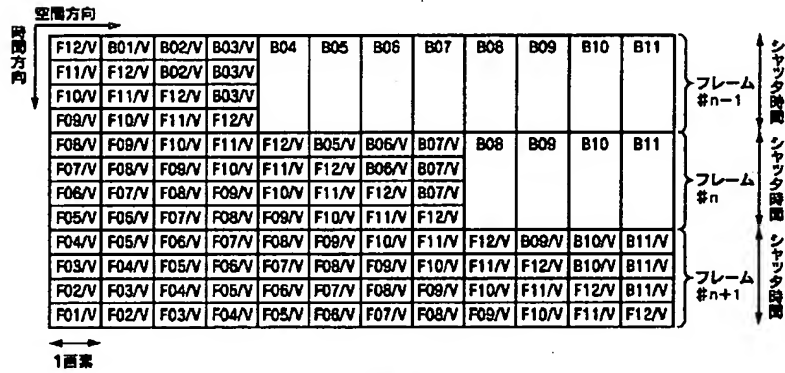


図15

【図16】

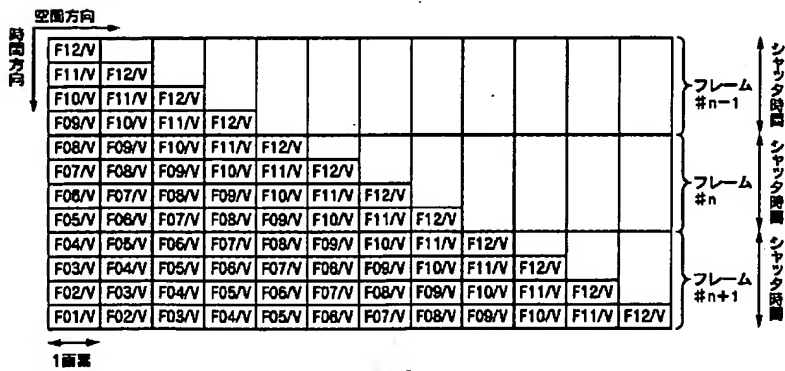


図16

【図17】

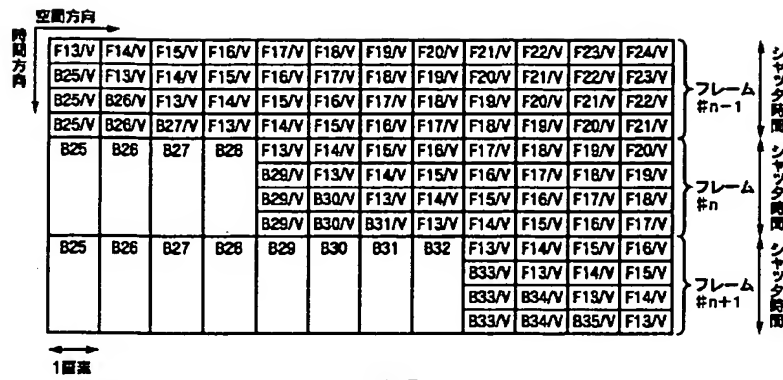


図17

【図18】

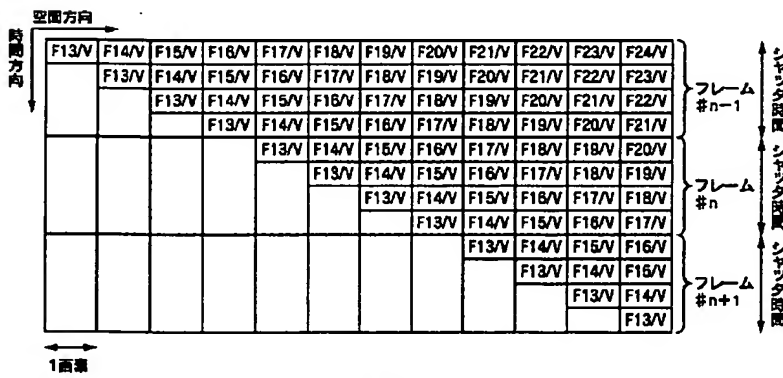


図18

【図21】

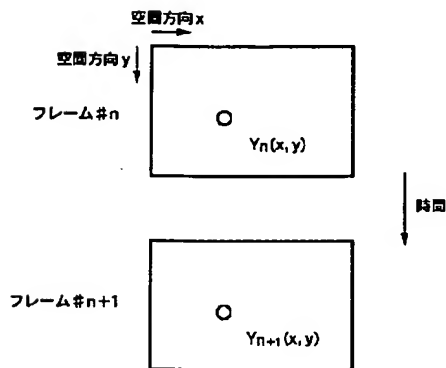


図21

【図26】

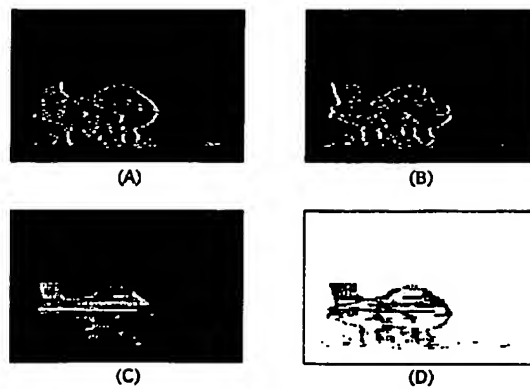


図26

【図19】

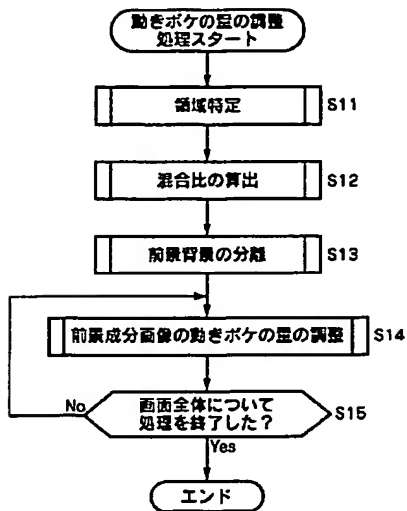


図19

【図20】

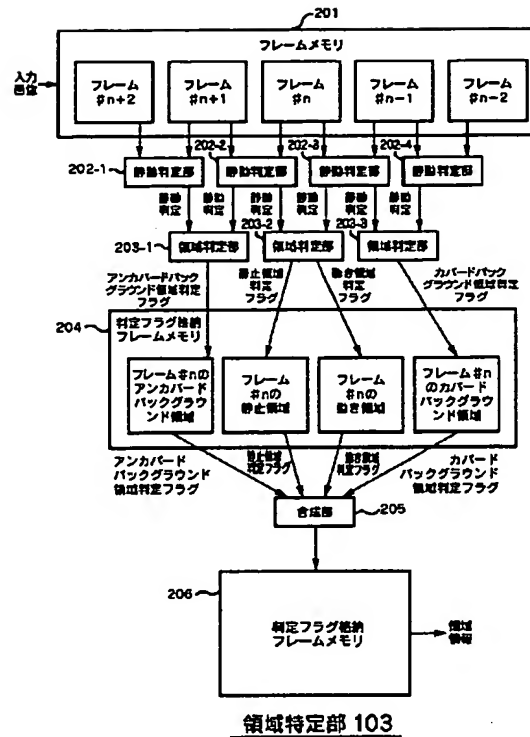


図20

【図22】

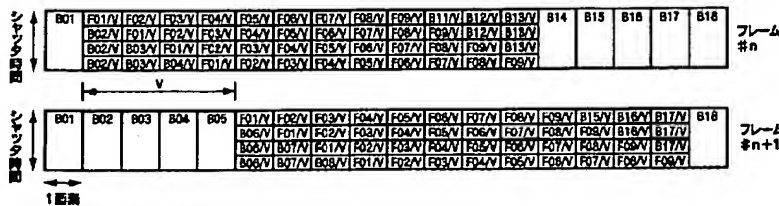


図22

【図39】

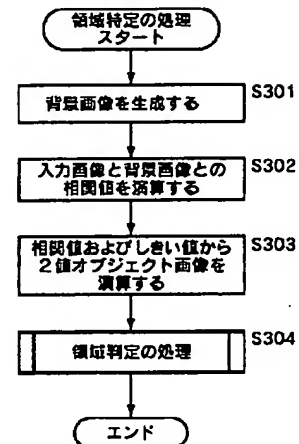


図39

【図25】

領域判定	フレーム#n-2とフレーム#n-1との 静止判定	フレーム#n-1とフレーム#nとの 静止判定	フレーム#nとフレーム#n+1との 静止判定	フレーム#n+1とフレーム#n+2との 静止判定
カバードバックグラウンド領域判定	静止	動き	-	-
静止領域判定	-	静止	静止	-
動き領域判定	-	動き	動き	-
アンカーバードバックグラウンド領域判定	-	-	動き	静止

図25

【図23】

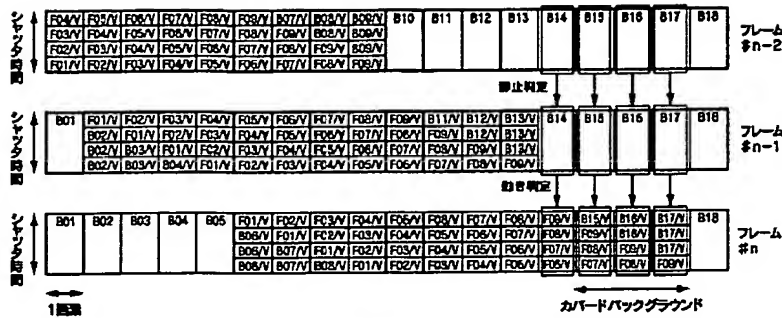


図23

【図24】

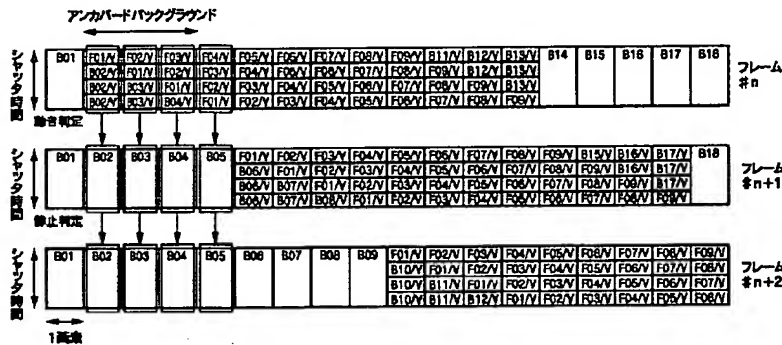


図24

【図29】

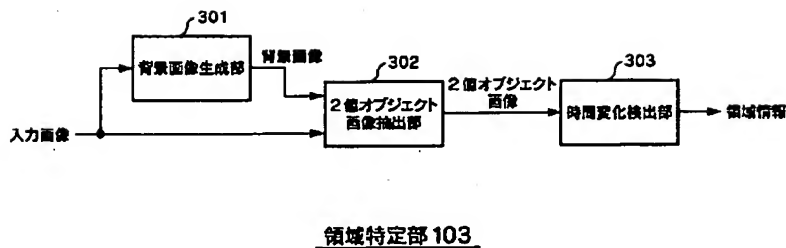


図29

【図45】

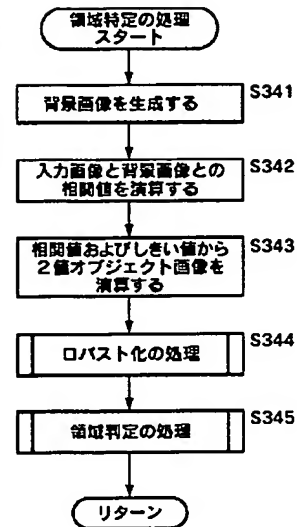


図45

【図46】

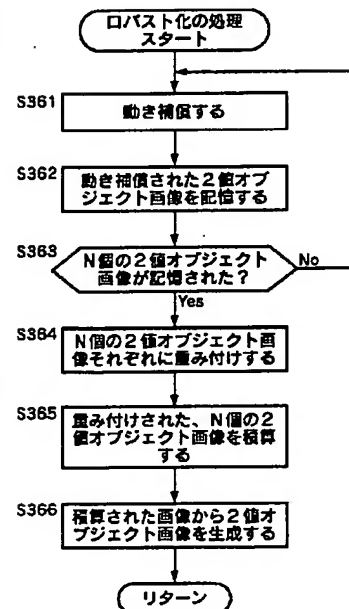


図46

【図28】

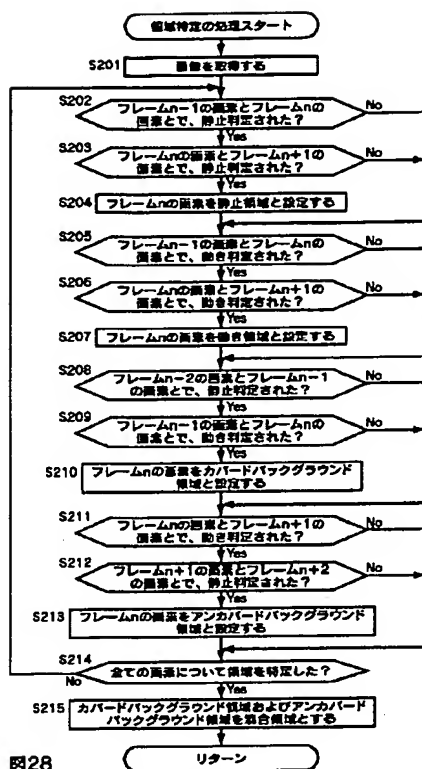


図28

【図33】

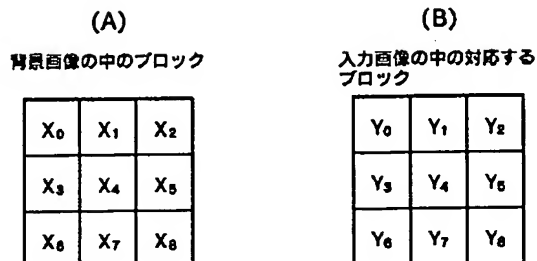


図33

【図34】

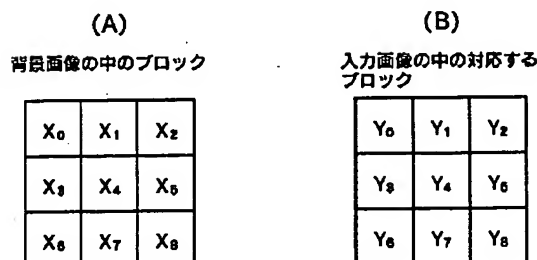


図34

【図30】

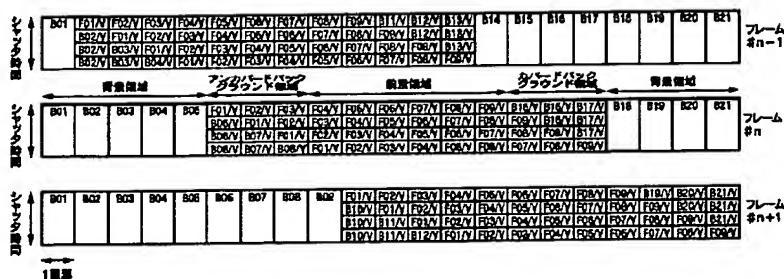


図30

【図31】

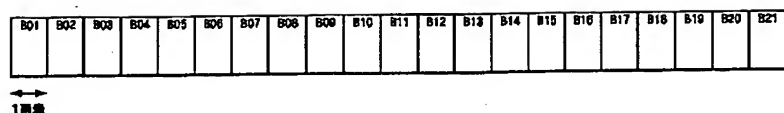


図31

【図32】

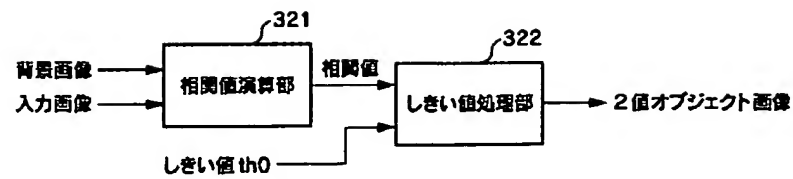
2値オブジェクト画像抽出部 302

図32

【図35】

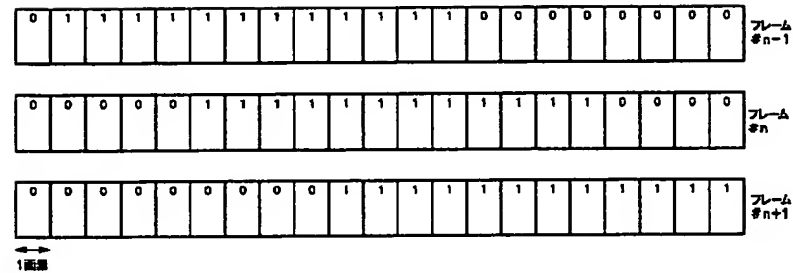


図35

【図36】

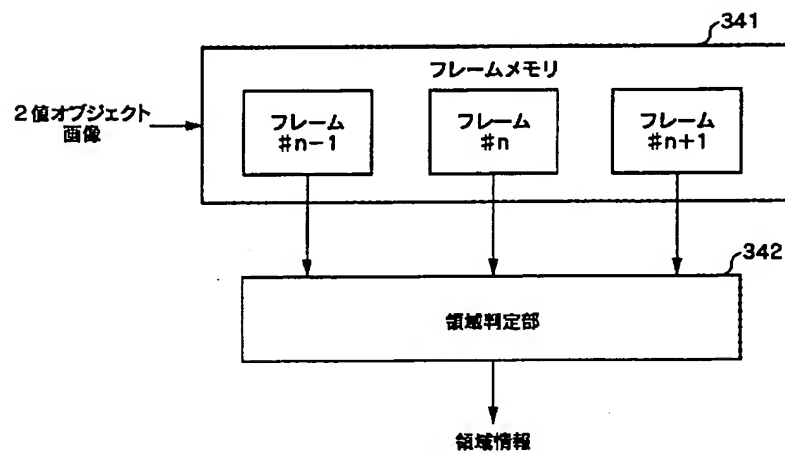
時間変化検出部 303

図36

【図37】

	背景領域	前景領域	カバードバックグラウンド領域	アンカバードバックグラウンド領域
フレーム#n-1	-	1	0	-
フレーム#n	0	1	1	1
フレーム#n+1	-	1	-	0

図37

【図38】

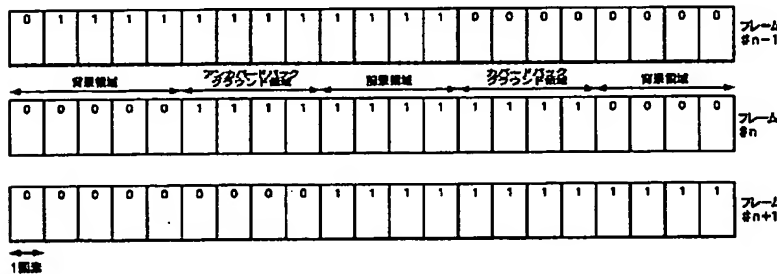


図38

【図57】

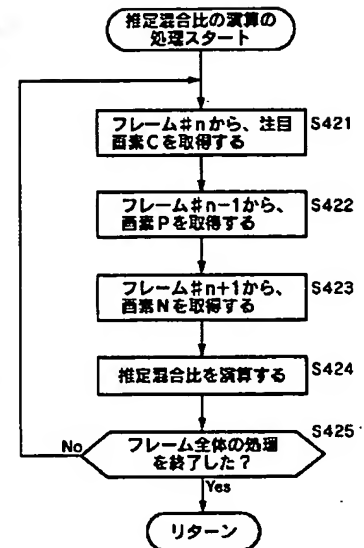


図57

【図40】

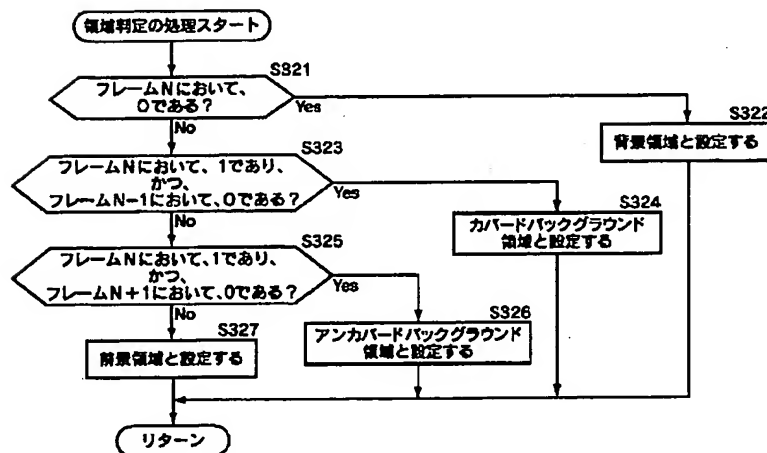


図40

【図56】

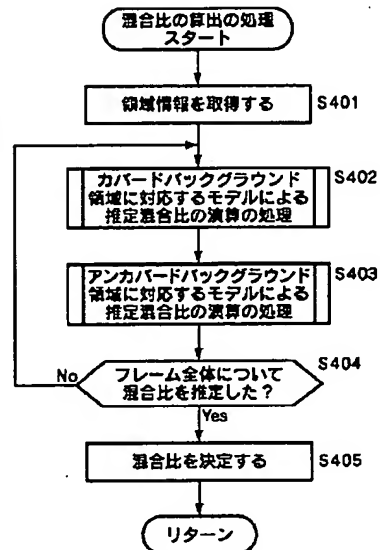


図56

【図47】

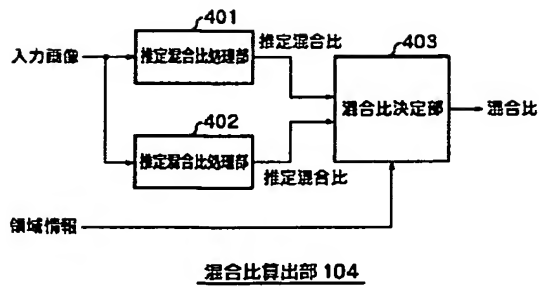


図47

【図48】

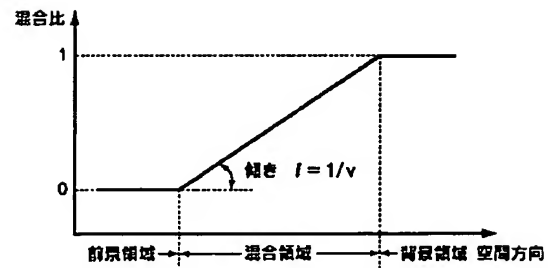


図48

【図49】

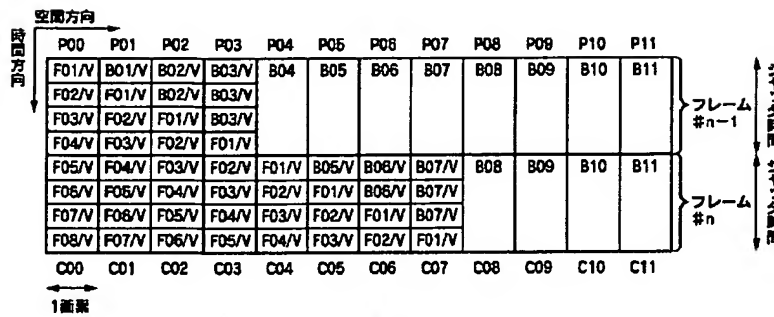


図49

【図50】

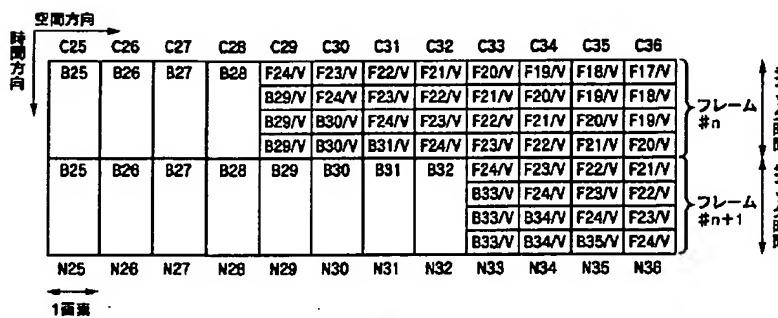


図50

【図51】

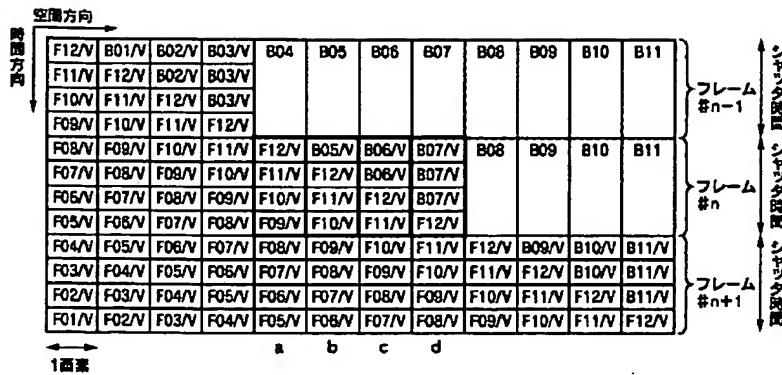


図51

【図52】

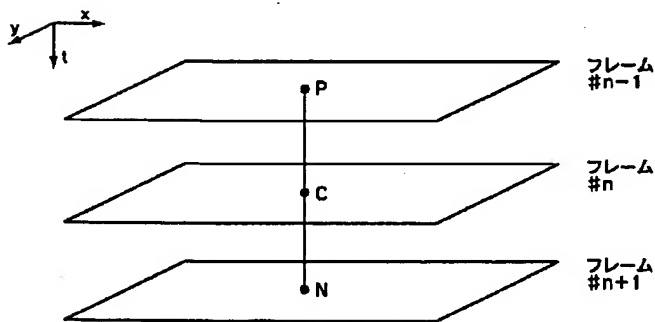
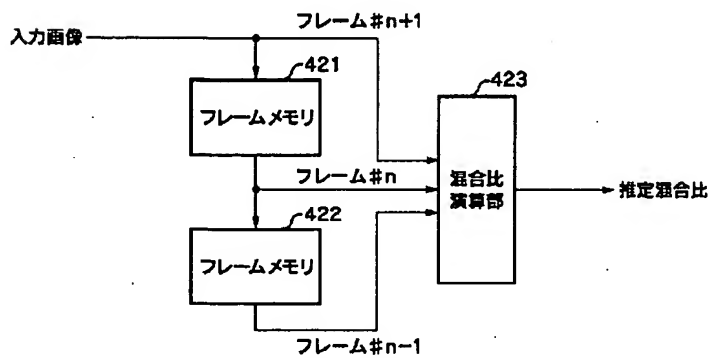


図52

【図53】



推定混合比処理部 401

図53

【図63】

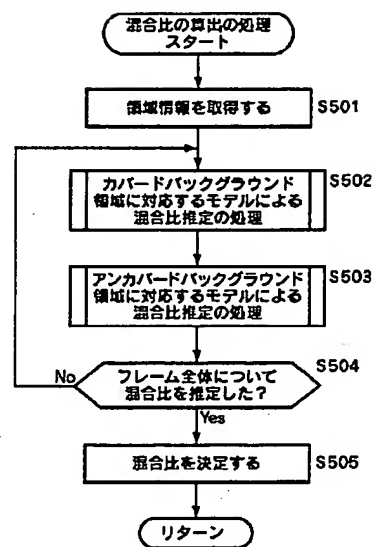


図63

【図54】

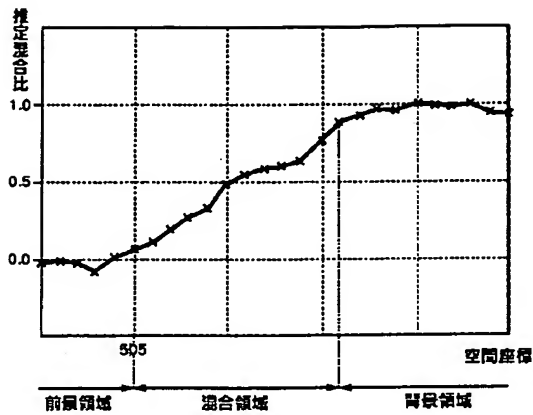


図54

【図55】

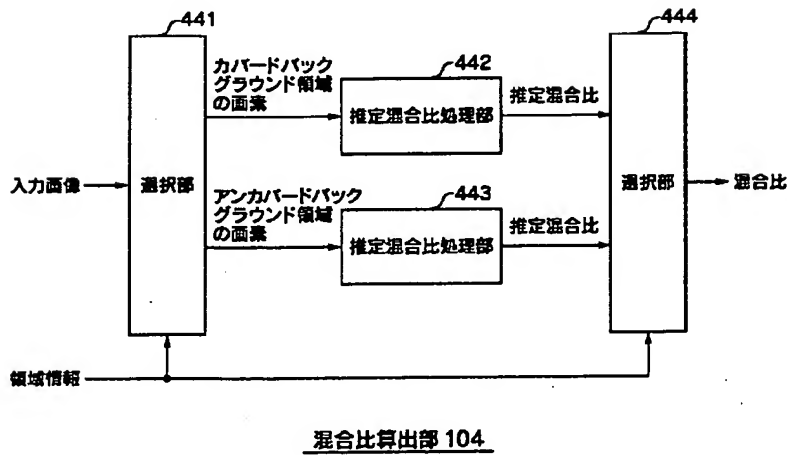


図55

【図59】

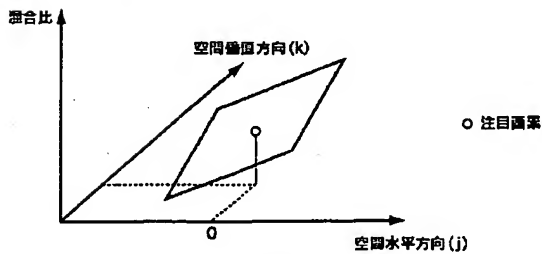


図59

【図58】

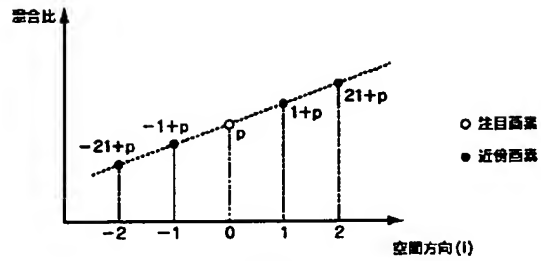


図58

【図72】

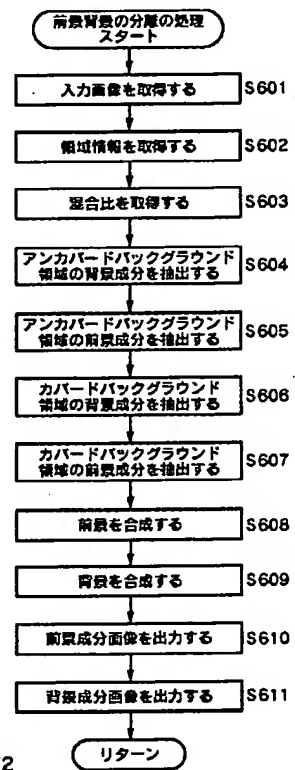


図72

【図60】

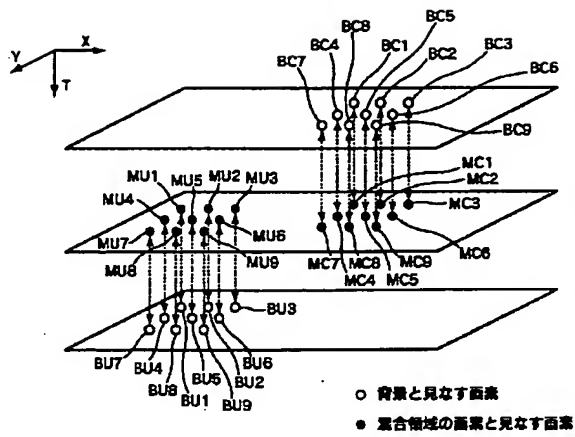


図60

【図64】

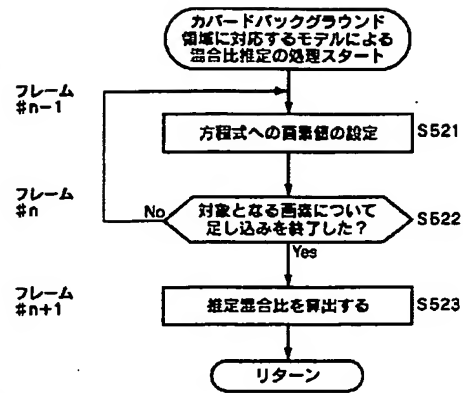
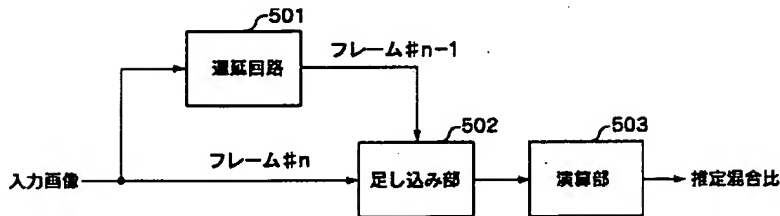


図64

【図61】



推定混合比処理部 401

図61

【図62】

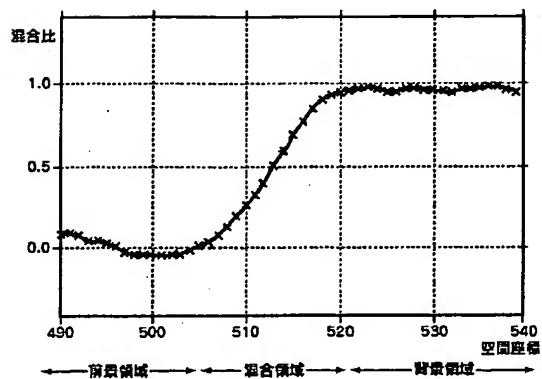


図62

【図80】

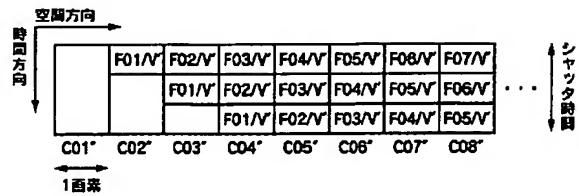


図80

【図65】

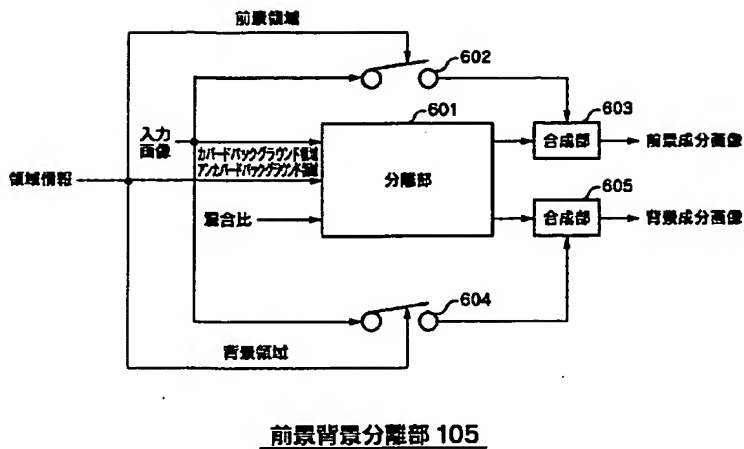


図65

【図85】

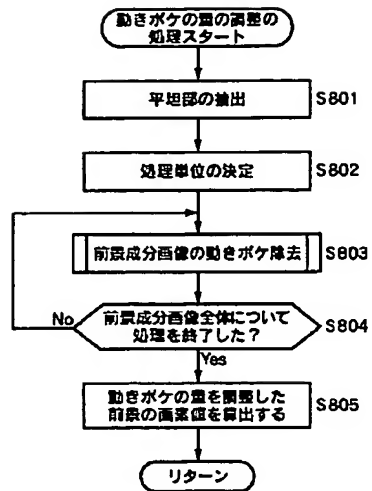


図85

【図66】

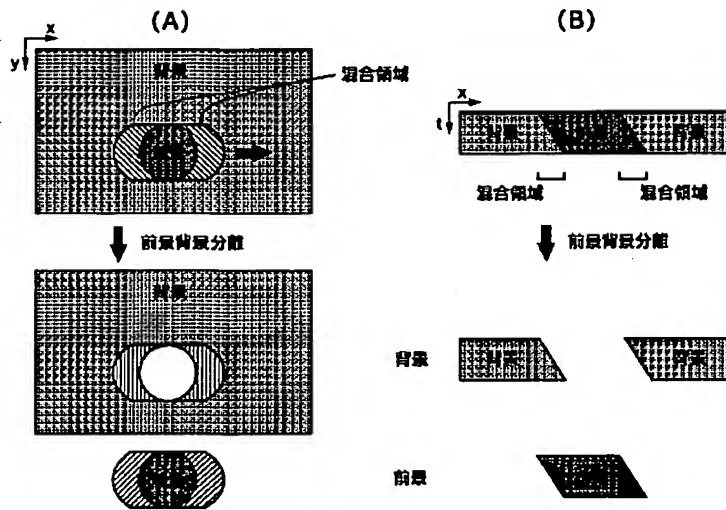


図66

【図67】

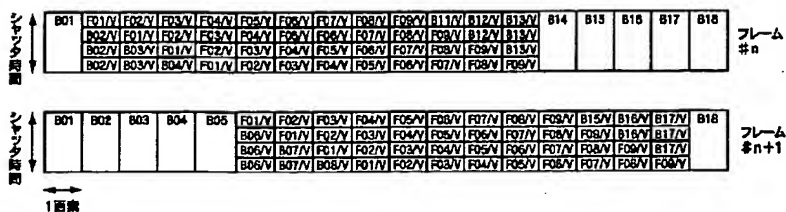


図67

【図68】

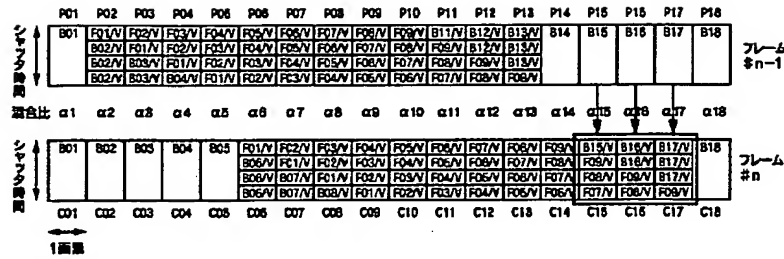


図68

【図69】

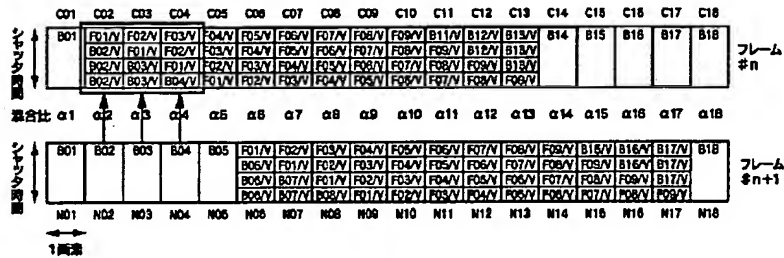


図69

【図71】

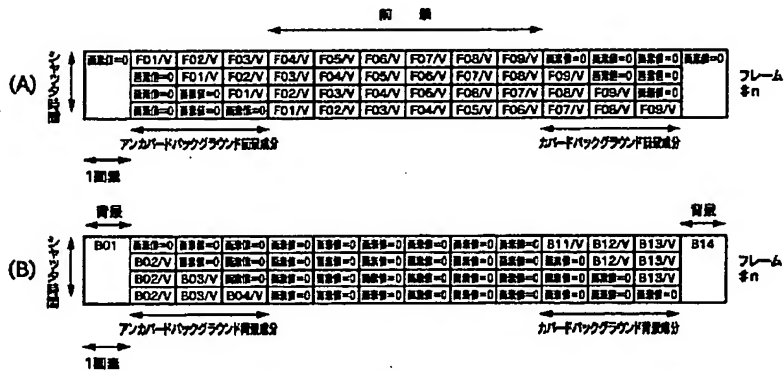


図71

【図75】

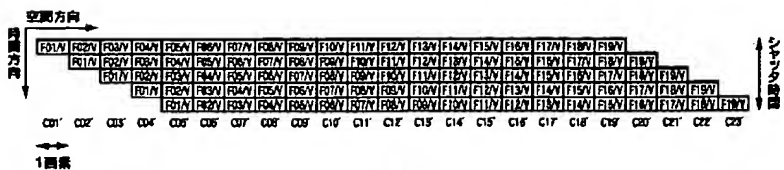
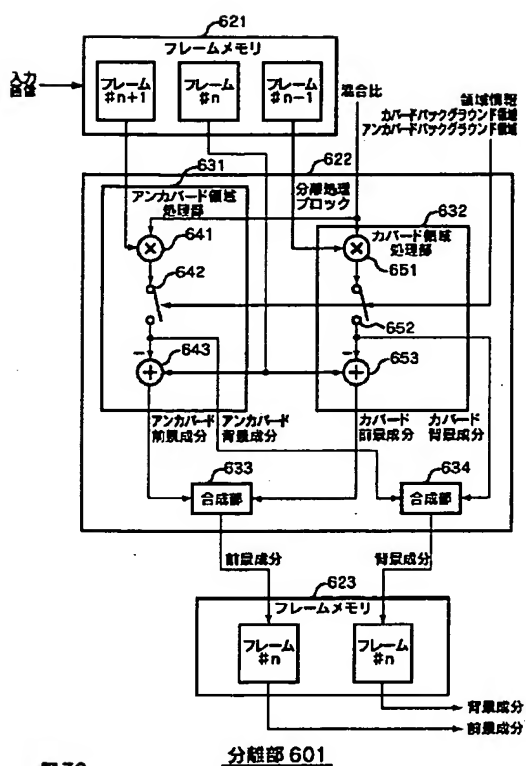
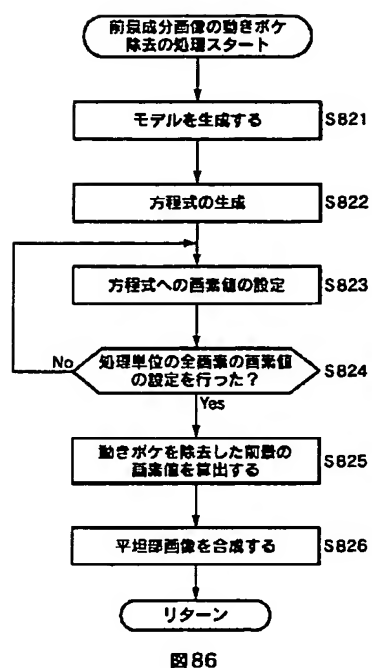


図75

【圖 86】

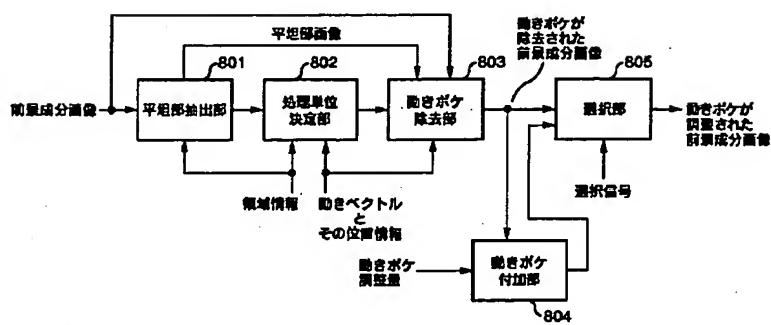


70



86

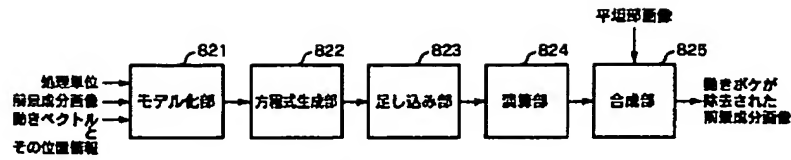
【图 7 3】



動き水々調整部 106

图73

【図74】



動きボケ除去部 803

図74

【図76】

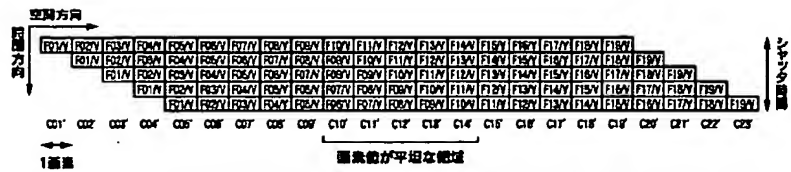


図76

【図77】

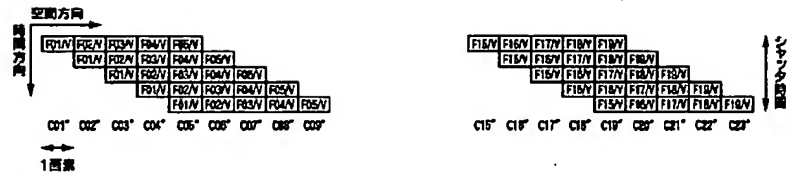


図77

【図78】

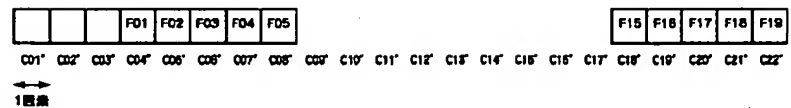


図78

【図79】

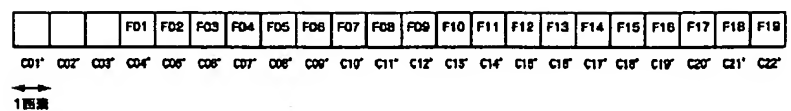


図79

【図81】



図81

【図84】

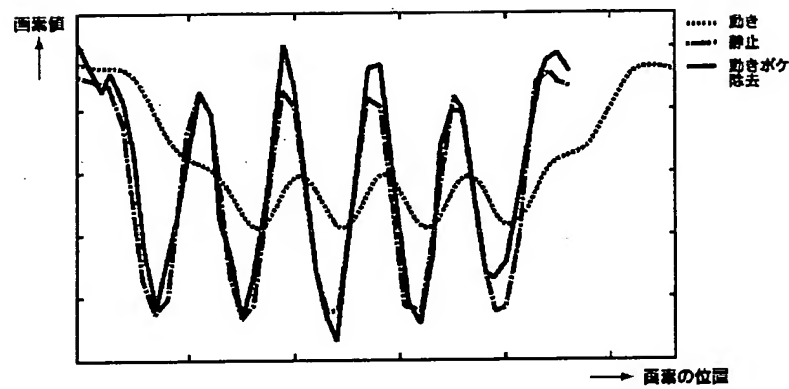


図84

【図87】

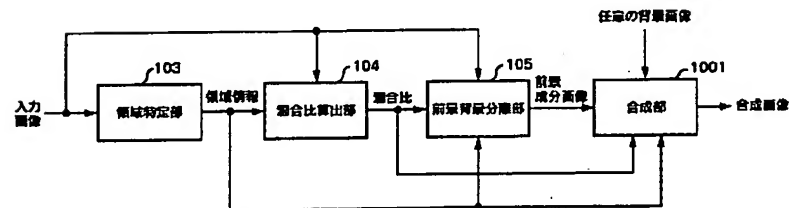


図87

【図96】

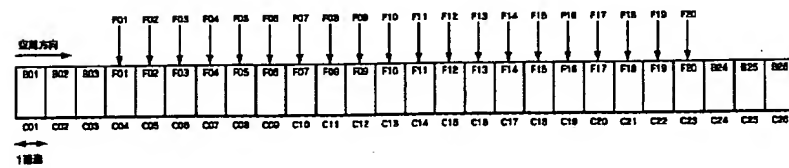


図96

【図82】



図82

【図83】



図83

【図88】

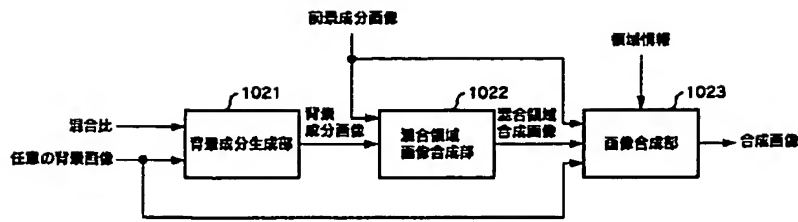
合成部 1001

図88

【図89】

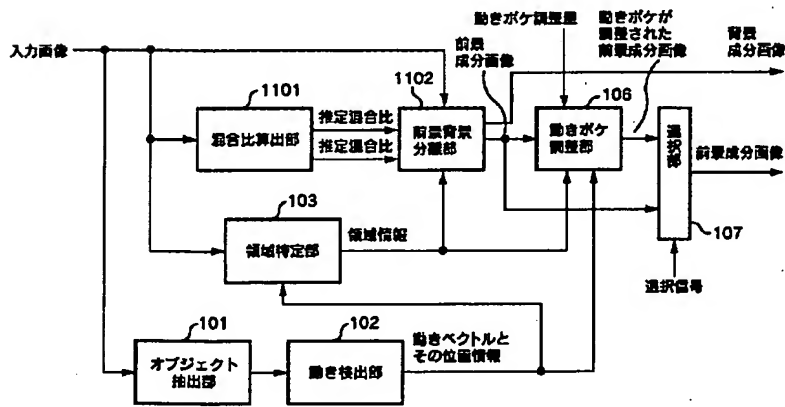


図89

【図90】

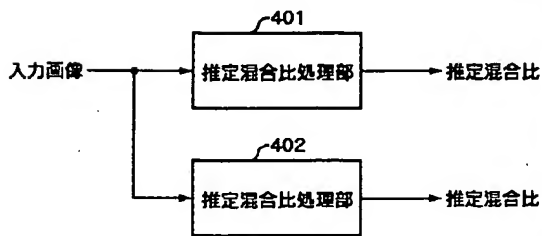
混合比算出部 1101

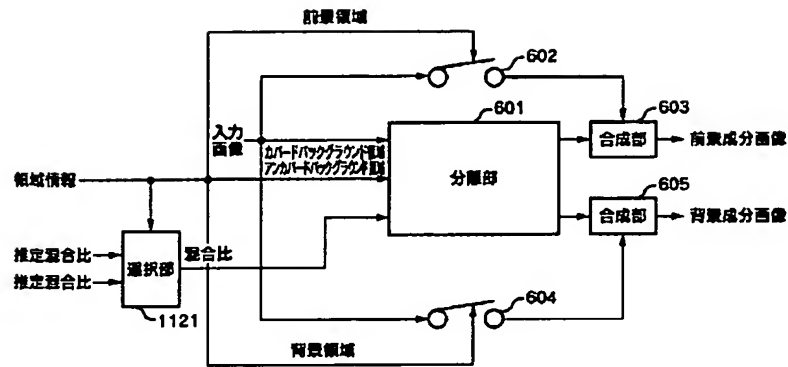
図90

【図101】



図101

【図91】



前景背景分離部1102

図91

【図92】

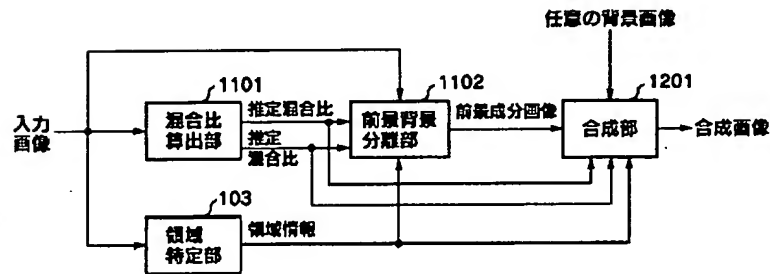
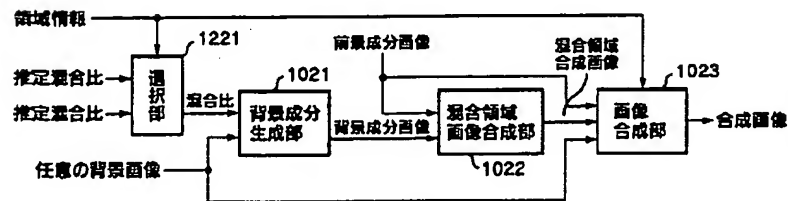


図92

【図93】



合成部 1201

図93

【図94】

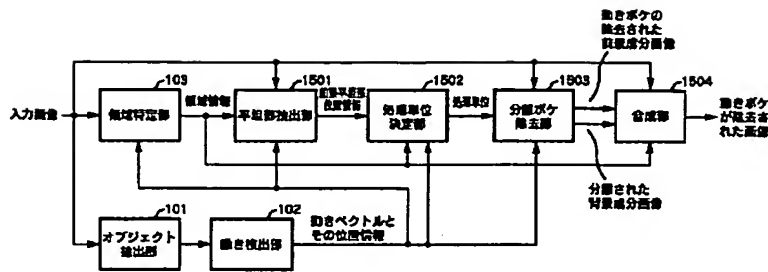


図94

【図95】

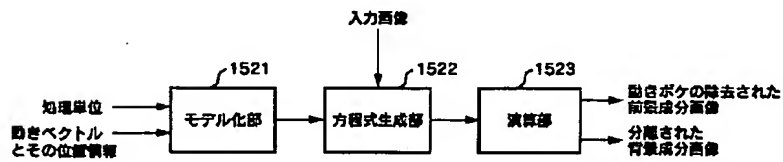
分離ボケ除去部 1503

図95

【図97】

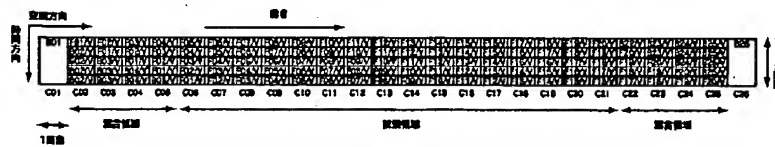


図97

【図98】



図98

【図103】

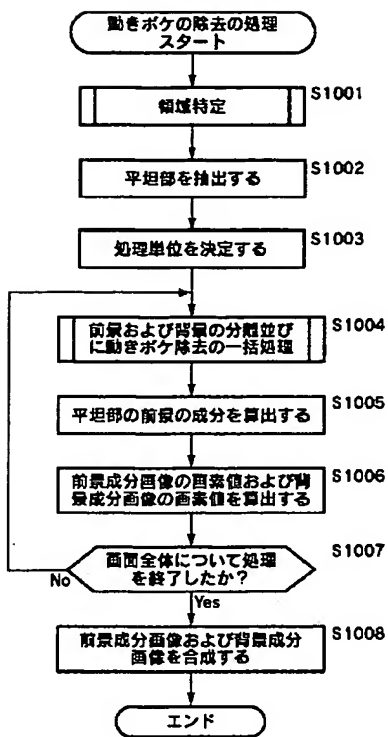


図103

【図104】

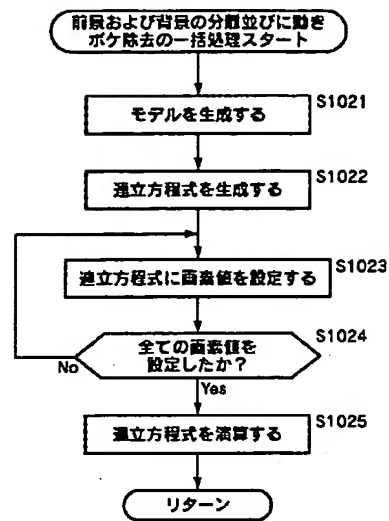
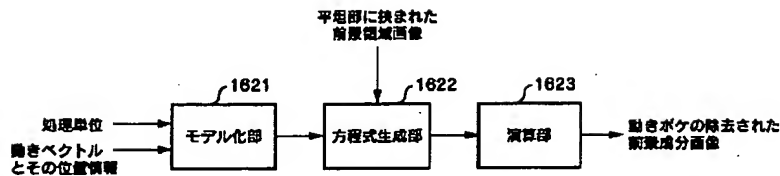


図104

【図106】



動きボケ除去部 1602

図106

【図107】

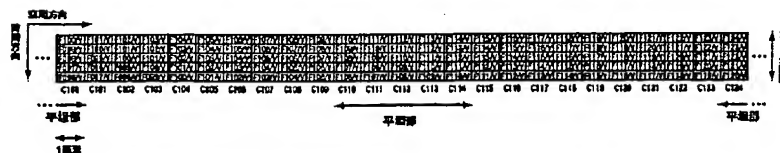


図107

【図108】

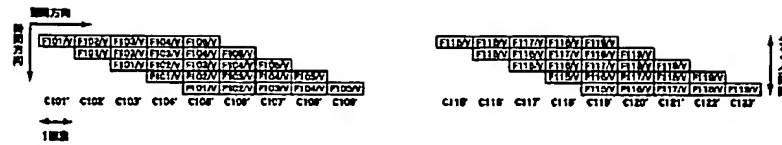


図108

【図109】

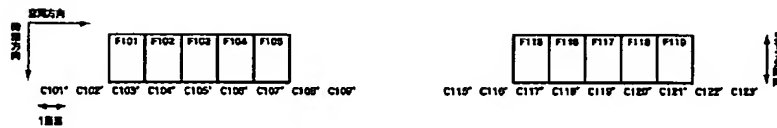


図109

【図110】

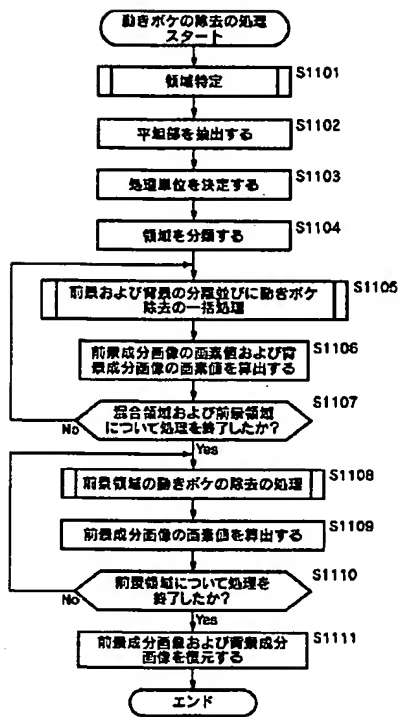


図110

【図111】

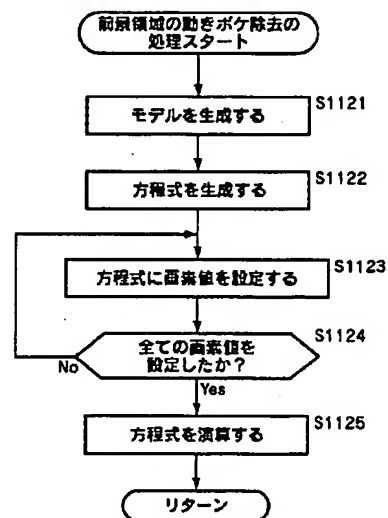


図111

フロントページの続き

(72)発明者 石橋 淳一
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内
(72)発明者 永野 隆浩
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内
(72)発明者 藤原 直樹
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(72)発明者 三宅 徹
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内
(72)発明者 和田 成司
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内
Fターム(参考) 5B057 BA02 CA08 CA12 CA16 CB08
CB12 CB16 CC03 CE09 CE10
CE20 DA08 DB02 DB09 DC02
5C021 PA53 PA57 PA72 PA79 RA01
RA11 ZA00
5L096 AA06 CA04 DA01 GA08 HA04
MA03

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images
problems checked, please do not report the
problems to the IFW Image Problem Mailbox**